

**NOTE SUR LES
SUBDIVISIONS
QUE L'ON
POURRAIT
ÉTABLIR DANS...**

Lorenzo Pareto



EXTRAIT DU BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE,
2^e série, t. XXII, p. 210, séance du 20 février 1865.

Note sur les subdivisions que l'on pourrait établir dans les terrains tertiaires de l'Apennin septentrional; par M. le marquis L. Pareto.

Quoique en général, excepté en quelques localités peu nombreuses, il y ait un passage bien remarquable entre les différentes assises des terrains tertiaires qui concourent à former l'Apennin septentrional et les nombreuses collines qui sont à sa base, surtout si on examine la partie la plus récente, c'est-à-dire les terrains miocène et pliocène, cependant, en observant minutieusement les différentes assises qui se présentent successivement et tenant compte des nombreux fossiles qu'on y rencontre, il paraît qu'on pourrait y établir quelques subdivisions, lesquelles sembleraient probablement correspondre à un état particulier de cette partie de la terre aux époques successives dans lesquelles se sont formées les couches qui constituent cette chaîne.

Et d'abord il n'est pas difficile de reconnaître qu'on peut rapporter l'ensemble de toute cette masse de couches aux trois périodes *éocène*, *miocène*, *pliocène*, dans lesquelles on peut établir ensuite des subdivisions assez marquées correspondantes à l'état particulier de la surface de la terre aux différentes époques, dans lesquelles les bancs, qui constituent cet ensemble, sont venus se former.

Pour donner une idée des coupures qu'on peut faire dans cet ensemble, nous allons passer en revue, mais en peu de mots, les différentes masses qu'on rencontre dans cette chaîne des Apennins, indiquant avec cela les différentes subdivisions que nous croyons pouvoir établir dans ces trois périodes du terrain tertiaire, tâchant de les comparer en même temps aux divisions qui ont été établies ailleurs, et nous commencerons par l'éocène.

La partie la plus ancienne du terrain éocène qu'on puisse rencontrer dans les ramifications de l'Apennin serait pour moi représentée par les nombreuses couches nummulitiques, qui dans le comté de Nice reposent soit sur une grande masse de calcaire argileux gris

bleuâtre, qui se montre dans les parties moyennes des contre-forts ou chaînes secondaires des montagnes entre la Tinea et la Vesubia et entre le Paglione et la Bevera, lequel contient des nombreux *Catillus* et des *Belemnites* et est rapportable à la craie, soit sur une glauconie crayeuse qui, dans les environs de Mentone et de Sospelle, est superposée au calcaire jaune paille, probablement néocomien, du *gran Mondo* et des *Baussi Rossi* et contient des Échinides et autres fossiles crayeux. J'appellerai ce premier étage éocène l'étage *nicéen*. Ces couches nummulitiques appartenant au terrain éocène seraient tantôt des couches calcaires noirâtres à différentes structures, tantôt de véritables *puddingstones* comme au Toet, tantôt des couches calcaires grisâtres comme à la Mortola, tantôt enfin des macignos psammites comme au col de Tende. La faune de ces couches, d'après M. Bellardi qui a recueilli le plus grand nombre de fossiles de ces localités, contiendrait plus de 362 espèces, dont 112, ou près du tiers, auraient leurs représentants dans le terrain éocène des environs de Paris. Mais chose assez singulière, d'après le tableau de ce même savant, aucune des Nummulites des environs de Nice ne se trouverait dans le calcaire grossier des environs de la capitale de la France, et les espèces communes des êtres invertébrés n'appartiendraient qu'aux classes des acéphales et des gastéropodes dont il y aurait 60 espèces communes pour la première classe et 50 pour la seconde, plus une espèce de *Beloptera* dans les céphalopodes et une espèce de *Stylocœnia*, la *S. Emarciana* dans la classe des polypiers. Ces fossiles, autres que les Nummulites, sembleraient indiquer que les bancs du comté de Nice, c'est-à-dire ceux particulièrement de la Palarea et de la Mortola, correspondent plus spécialement aux bancs du calcaire grossier des environs de Paris; car c'est dans cet étage qu'on retrouve le plus grand nombre des espèces communes aux deux bassins. D'un autre côté, les espèces de Nummulites des environs de Nice se retrouveraient presque toutes aux environs de Bayonne et dans les Corbières, et une partie aussi dans les environs de Vérone et de Vicence, avec qui cependant, y compris les Nummulites au nombre de 11, il n'y aurait que 59 espèces de mollusques qui fussent communes, c'est-à-dire moins d'un septième, et, de ces 59 espèces, 32 seraient communes aux trois localités, Nice, Paris et Vérone, et 22 seraient seulement communes au Véronais et à Nice, tandis que le nombre des espèces d'invertébrés communes à Nice et aux Corbières serait de 19, dont 2 Nummulites et deux Operculines, et avec Bayonne il y aurait 47 êtres invertébrés de communs, y compris 9 Nummulites et 2 Operculines. D'après cela on pourrait

presque soupçonner que les Nummulites, qui, à Paris, sont en général plus fréquentes dans les bancs inférieurs au calcaire grossier, c'est à-dire près des sables inférieurs, dans le Midi, auraient commencé à se montrer en grand nombre et en espèces plus variées lorsque, un peu plus tard, prédominait une faune plus rapprochée de celle de ce calcaire grossier et que même elles ont continué plus tard encore lorsque, aux environs de Vérone et de Vicence, survenait une autre faune qui, tout en contenant encore un bon nombre des fossiles des environs de Nice, était augmentée par d'autres animaux qui se rapprochaient de ceux que nous verrons vivre vers l'époque miocène. Car en effet il paraît qu'il y a, près de Vérone et de Vicence, bon nombre de fossiles qui s'approchent de ceux de la colline de Turin et sont pourtant miocènes, ce qui fait naître le doute bien fondé, et que nous examinerons plus tard, qu'une partie au moins des couches nummulitiques du Vérouais et du Vicentin n'appartiennent pas à l'horizon des couches des environs de Nice, mais à une époque plus récente et peut-être miocène.

Au reste ces bancs des environs immédiats de Nice se montrent aussi, mais bien moins riches en fossiles, dans les hautes montagnes qui accompagnent une partie du cours du Paglione, de la Roja et de la Tinea, et ils sont très-développés sur le sommet des Alpes près du lac du Lauzanier, où cette subdivision inférieure du terrain éocène est constituée par des bancs d'un calcaire noirâtre avec de nombreuses Turbinolies, de larges Nummulites, et entre autres la *N. Biarritziana*, et des coquilles turriculées; ces bancs, qui s'immergent sous le macigno, que nous verrons former la seconde subdivision de ce terrain et acquérir par ses énormes dimensions une grande importance, se montrent en beaucoup d'endroits de la vallée de l'Ubayette, comme aux rochers de Meolans et dans la vallée du Verdon, c'est-à-dire sur le versant de la Durance. Quant au versant du Pô, ils s'y montrent sur une bien moindre étendue, puisqu'on n'en voit que quelques lambeaux détachés sur quelques-uns des contre-forts qui accompagnent la vallée de la Stura. Tandis que cet étage est représenté assez largement sur le versant de la Méditerranée, vers les sources de la Nervia, où, vers Saorgio et la Tanarella, l'étage à Nummulites ou *nicéen* est particulièrement constitué d'abord par une suite de bancs calcaires noirâtres partagés en dalles, puis un peu plus haut par un grand banc de calcaire compacte un peu plus blanchâtre, avec quelques Nummulites, puis plus haut encore par une suite de couches de calcaire noirâtre sonore partagé en dalles avec

quelques Nummulites et Turbinolies et ensuite par quelques lits de macigno et de calcaire schisteux. Cette même subdivision règne encore à mi-côte des hautes montagnes qui sont au-dessus de la Briga, d'où il passe par le haut du Riofredelo au col de Tende, où, avec des calcaires compactes et schisteux nummulitiques, il se trouve quelques bancs également nummulitiques, mais d'un aspect plus arénacé et ressemblant presque au macigno.

Mais, quoique la présence des Nummulites soit le caractère le plus marqué auquel on puisse distinguer la partie inférieure du terrain éocène de la chaîne de l'Apennin, il arrive cependant que bien des fois ce caractère manque et qu'on n'en soit pas moins pour cela dans cette même partie inférieure du terrain éocène, et alors les bancs nummulitiques sont remplacés ordinairement par des couches calcaires assez compactes ou par des schistes argilo-calcaires qu'on trouve inférieurement à la grande masse du macigno, qui constitue pour moi le second étage du terrain éocène de l'Apennin.

On sait que pendant longtemps un grand nombre de géologues étaient d'opinion que la grande masse nummulitique, le macigno, le calcaire à fucoides ou le *flysch*, appartenait encore au terrain secondaire et particulièrement à quelques assises de la craie. Cette erreur, que j'ai longtemps partagée, mais qu'on a pu redresser ensuite lorsqu'on a eu fait un examen plus détaillé des fossiles et des couches, soit de l'Apennin, soit des Alpes et des Pyrénées, était cependant assez plausible et pouvait provenir de deux causes : d'abord de ce qu'il y a une grande analogie entre les couches du macigno et celles de la *pietra forte* où l'on avait en Toscane rencontré quelques fossiles crayeux et où successivement par les soins du marquis Strozzi on a recueilli une faune assez nombreuse véritablement crétacée; ensuite, parce que quelques traces de coquilles crétacées avaient été vues, comme on a aussi rencontré très-récemment M. G. de Mortillet, dans les *argille scagliose*, qui font partie du *flysch* de l'Apennin, et plus encore parce que particulièrement sur le versant nord de l'Apennin il y avait un second horizon nummulitique, que j'ai regardé toujours comme tertiaire et qui est séparé inférieurement de la véritable zone nummulitique par l'immense et énorme amas des macigno et des calcaires à fucoides qui recouvrent les couches nummulitiques inférieures. Or, si le second horizon nummulitique était alors regardé comme éocène, on pouvait raisonnablement croire que le plus ancien (qu'il fallait à cause des phénomènes de stratification séparer de lui) appartenait à la craie. Mais maintenant que l'on a beaucoup de données pour

regarder comme absolument miocènes les couches de conglomérats et de mollasses à *Nummulites intermedia* du pied de l'Apennin dans les vallées de la Bormida et dans les collines du Montferrat, il est naturel de penser que les couches nummulitiques inférieures du comté de Nice, de partie de la Toscane et du royaume de Naples, appartiennent bien au terrain éocène et forment la base de la formation tertiaire, au-dessus des couches de *pietra forte* crétacée et de certains *galestri* et en dessous de la grande masse des macigno et des calcaires qui les surmontent et qui les séparent de l'horizon nummulitique supérieur ou miocène, pouvant ainsi dire que, sous des facies divers à la vérité, on a dans l'Apennin toute la suite des grandes divisions du terrain tertiaire qu'on a reconnu ailleurs, et on pourrait appeler la première subdivision inférieure l'*étage nicéen*. Au reste l'erreur par laquelle on classa si longtemps le terrain nummulitique des Alpes et des Apennins avec les macigno et le flysch dans le terrain crétacé pouvait bien dépendre aussi, comme l'observe très-justement M. d'Archiac, de la manière dont les études géologiques avaient procédé au commencement du siècle. On parlait alors de l'étude locale de certains bancs qu'on pouvait croire l'exception, et pendant longtemps on a voulu les faire prévaloir comme type. Pourtant il était difficile de ramener à une formation restreinte en étendue et en puissance, comme serait le calcaire grossier de Paris, une formation très-étendue, très-puissante, et déposée dans des conditions assez différentes, telle que la formation nummulitique des Alpes, des Pyrénées et des Apennins, qui est probablement le type normal, tandis que les bancs du bassin parisien ne sont qu'une exception, une formation synchrone à la vérité, mais si différente dans son aspect, dans sa puissance, qu'il était difficile de se persuader, avec les idées qui régnaient dans les premiers trente-cinq ans de ce siècle, et avec la non parfaite connaissance des fossiles des différentes localités, que les puissantes assises des Alpes pussent être la même chose que les simples bancs de la formation parisienne.

DEUXIÈME SUBDIVISION. — *Étage ligurien*.

La seconde division du terrain éocène dans l'Apennin paraît constituée par la grande masse des véritables macigno, avec quelques alternances de calcaires et de schistes argileux. Très-pauvre en fossiles, ne contenant guère que des *Chondrites* et des *Nemerites*, elle indique, par l'absence presque totale des coquilles, que probablement elle s'est déposée dans des eaux très-profondes et

assez loin des côtes, car ses éléments, à part quelque rare exception, sont de très-petite dimension.

La puissance de cette subdivision est assez considérable, et une grande partie des plus hautes montagnes de la chaîne centrale et des chaînons qui l'avoisinent le plus en est composée. Ainsi au couchant, le Monte-Ceppo, qui atteint la hauteur de 1630 mètres en est composé, et au levant le Monte-Golo, sur la chaîne centrale et qui arrive à 1659 mètres, en est aussi constitué; et plus loin encore, dans les montagnes de la Lunigiana, les Monti-Orsajo, Comporaghena, les montagnes de San-Pellegrin, le val de Serchio, qui atteignent 2000 mètres d'élévation, sont formés par des couches plus ou moins redressées de ce macigno, lequel a ordinairement une composition uniforme; seulement en quelques points il passe à une roche un peu plus grossière, ressemblant presque à un conglomérat à petit grain, au milieu duquel se trouvent même de tout petits cailloux de granite, quoiqu'on ne connaisse pas dans ces parages de roches de granite en place, qui ait pu fournir ces éléments; car le massif de cette roche, qu'on disait se trouver sur la chaîne centrale près de la Cisa (route de Parme à Pontremoli) et former la montagne appelée Groppo del Vescovo, n'existe pas réellement; cette montagne d'ailleurs, que j'ai été visiter exprès, est composée d'un calcaire grisâtre un peu subgrenu, et de loin, à cause de ses éboulements et de ses bancs peu distincts, a été probablement prise comme formée d'une roche massive qui a été baptisée pour du granite, dont il ne m'a été possible de reconnaître dans les environs aucune trace, excepté quelques cailloux roulés compris dans une espèce de conglomérat ou de brèche, qui est ici réuni, comme près de Cassio, aux calcaires de l'époque.

Cette subdivision du terrain éocène, qu'on pourrait appeler l'étage ligurien, comme l'a proposé M. Mayer, ou même étrurien, de la Toscane, où il est très-développé, puisqu'il occupe la plus grande partie de la chaîne centrale, depuis les sources du Serchio jusqu'à celles du Tibre, a aussi ses représentants, soit dans le département des Basses-Alpes, où entre autres le macigno du pic du Lauzanier surmonte le calcaire nummulitique, soit dans quelques parties de la Suisse, vers les vallées de la Saane et de la Symmen, où le flysch et particulièrement certains grès et macigno recouvrent les couches nummulitiques, qui sont assez fréquentes dans les chaînes qui bordent ces vallées.

Il est même représenté, selon les intéressantes observations faites par la Société géologique de France, dans certaines parties

de la Maurienne, où des couches de grès macigno recouvrent des bancs nummulitiques, et où on l'avait longtemps méconnu à cause des grandes dislocations subies par les couches constituanes des Alpes et à cause d'un aspect un peu différent, et où sa découverte, avec celle des Nummulites qui lui sont inférieurement réunies, a servi à débrouiller le rapport des couches plus anciennes qui lui étaient juxtaposées, et a servi aussi à démontrer que cette formation, si développée dans les Basses-Alpes et dans les environs de Gap, se lie presque sans interruption, par les couches analogues qu'on trouve en d'autres parties de la Savoie, aux couches nummulitiques et au flysch d'une grande partie de la Suisse.

Cet étage ligurien est celui qui a subi les plus nombreuses modifications par suite de la présence des roches ophiolitiques, puisque parfois certains de ces bancs les plus argileux sont transformés en jaspes, et d'autres, au couchant, non loin de Sestri, paraissent même avoir été changés en certains schistes argileux luisants et en schistes talqueux.

Comme nous l'avons vu, il paraît que les couches composant cette seconde subdivision de l'éocène, c'est-à-dire son étage moyen ou ligurien, étant formées par des roches à petits éléments et contenant très-peu de restes organisés fossiles, doivent s'être déposées dans une mer assez profonde.

TROISIÈME SUBDIVISION. — *Étage modenais.*

L'observation par laquelle nous avons fini l'article précédent, c'est-à-dire que les couches du macigno ou étage ligurien ont dû s'être déposées dans une mer assez profonde, est encore applicable à la grande masse des couches calcaires, soit schisteuses, soit compactes, soit parfois un peu sableuses, qui sont superposées au macigno et qui constituent pour moi la subdivision supérieure du terrain éocène de l'Apennin et que nous appellerons *étage modenais*, à cause des phénomènes remarquables qui se développent particulièrement dans une partie de cet étage dans les régions moyennes des Apennins de l'ancien duché de Modène et de la province de Bologne.

Ce troisième groupe supérieur de l'éocène est ce que j'ai toujours appelé le *calcaire à fucoïdes*, formation très-étendue, dont fait partie la masse remarquable des *argille scagliose*, dans lesquelles ont principalement leur siège tant de phénomènes dignes d'être observés, comme les *salze*, les sources de bitume, le développement de gaz hydrogène carburé, etc.

Cet étage-là, où il n'a pas subi de grandes altérations, commence inférieurement par des bancs assez minces d'argile un peu schisteuse et de calcaire argilo-marneux alternant avec quelques petits bancs d'une espèce de psammite, parfois avec quelques traces charbonneuses, et finit par des calcaires plus ou moins compactes en général, d'une couleur grisâtre plus ou moins foncée, qui ont parfois une assez grande épaisseur et sont aussi entremêlés, à la vérité assez rarement, avec quelques bancs d'une espèce de grès ou psammite assez dur. Cette subdivision de l'éocène atteint aussi une très-grande élévation, parvenant près des sources du Tanaro au mont Bertrand, à la hauteur de 2500 mètres, et dans les montagnes plus près de Gênes, c'est-à-dire dans les contre-forts qui bordent les vallées de la Scrivia et de la Trebbia, atteignent la hauteur de 1600 et 1700 mètres.

Les restes organiques qu'on a trouvés dans cet étage ne sont guère que de nombreuses empreintes de *Chondrites*, c'est-à-dire *C. Turgionii*, *C. intricatus*, *C. furcatus*, etc., et de singulières empreintes méandriiformes qui sont très-fréquentes et qui je crois ont été rapportées aux Némertites. Quant aux empreintes charbonneuses qui se voient dans quelques-uns des bancs psammitiques qui alternent avec ces calcaires, elles sont tout à fait indéterminables.

Les couches de cet étage, lorsqu'elles ne sont pas tout à fait brisées et fragmentaires, comme il arrive dans les *argille scagliose*, sont étrangement plissées et contournées, et il paraît que c'est un des étages qui a subi les plus puissantes dislocations, probablement à l'époque de la sortie des serpentines, laquelle doit avoir eu lieu pour la plus grande partie à la fin de la période éocène et au commencement de l'époque miocène, ces serpentines montrant une certaine liaison avec l'aspect de ces *argille scagliose*, et c'est au voisinage des ophiolites que probablement les *argille scagliose* doivent leur singulière coloration et de plus beaucoup des infiltrations métalliques qu'elles contiennent; c'est dans ce sens qu'on pourrait dire qu'elles appartiennent au miocène, comme voudrait le croire M. Bianconi; mais réellement ce ne serait que leur métamorphisme qui daterait de cette époque, c'est-à-dire de celle de la sortie de la serpentine, tandis que leur dépôt ou formation appartiendrait bien à l'éocène, contenant elles-mêmes des parties, peut-être des fragments, de terrains plus anciens, puisque M. G. de Mortillet a trouvé dans certaines parties de ces *argille* des traces d'Inocérames, singularité assez remarquable puisque par la généralité de leur position ces *argille scagliose* ne sauraient être

rapportées qu'à des terrains supérieurs à la craie et même à l'étage à Nummulites, à moins qu'en quelques endroits des lambeaux d'un terrain argilo-calcaire appartenant à l'époque crétacée n'aient pris localement l'aspect des *argille scagliose*.

Ces *argille scagliose* se trouvent ordinairement, à moins qu'on n'examine que les dernières rides de terrain éocène, situées le plus vers la plaine lombarde ou vallée du Pô, à la partie inférieure de l'étage modenais et au-dessus du macigno de l'étage précédent. On dirait que ce sont les bancs argileux et calcaires du bas de l'étage, ordinairement assez minces, réduits à une espèce de pâte boueuse remplie de fragments de calcaire assez souvent modifié, dans laquelle se sont produites de nombreuses métamorphoses; en effet, ces *argille* sont bigarrées de différentes couleurs, rouges, vertes, bleuâtres; des cristaux de gypse isolés, lorsqu'il n'y a pas quelquefois de véritables amas et dykes de ce minéral, s'y présentent ainsi que du soufre, de la baryte et de la strontiane sulfatée; on y retrouve aussi des pyrites, des traces assez fréquentes de cuivre et de manganèse. A part la consistance de la roche on dirait qu'il y a un principe de *gabbification*, si je puis ainsi m'exprimer, et on pourrait presque dire, si on appliquait la théorie de M. Delesse, que sous la pression des masses surincombantes, l'argile de cette formation, pétrie par une eau probablement à une température assez élevée, commence à présenter les phénomènes qui sont plus complets dans les *gabbri*, dans les ophiolites et dans les *grunsteins* qui les accompagnent et qui se lient très-souvent avec ces *argille scagliose*, lesquelles, comme nous venons de le dire, se trouvent parfois au pied des grandes chaînes de calcaire à fucoïdes et sous les fréquents bombements que font ses couches.

On a un exemple assez remarquable du passage de certaines de ces argiles au *gabbro* dans les environs de Cornegliano, non loin de Gênes, où il y a contact d'une espèce de diorite ou *grunstein* très-probablement plutonique et des parties argileuses de cette subdivision (ou de la précédente) du terrain éocène. Dans cette localité on observe que d'abord, à une certaine distance, ces argiles sont tout à fait schisteuses, un peu luisantes, presque désagrégées comme les *argille scagliose* et remplies de très-nombreuses écailles ou plaques et veines de talc blanc spathique; plus près, la roche prend une couleur rougeâtre et verdâtre ayant l'aspect silico-argileux, parfois un peu jaspoïde, avec une grande ressemblance au *gabbro* et laissant cependant encore entrevoir quelques indices de stratification; plus près encore du diorite elle devient massive et quasi cristalline, contenant parfois des cristaux de

feldspath couleur de chair, et elle se fond alors avec le véritable *grunstein* dont les masses se prolongent au N. dans les hautes montagnes qui flanquent à l'O. la vallée de la Polcevera et qui à leur contact avec les schistes argileux du macigno ou même avec ceux de l'étage supérieur sont cause de phénomènes à peu près analogues à ceux que nous venons d'indiquer près de Cornegliano. Il arrive même quelquefois dans ces montagnes que les argiles sont changées au contact des diorites en schistes semi-satinés couleur lie de vin ou couleur verdâtre, et en quelques endroits en schistes talqueux, comme certains nodules calcaires contenus dans ces argiles sont changés en calcaires grenus avec de nombreux feuillets de talc qui donnent à ce calcaire presque l'aspect d'un marbre cipolin.

Cet état des calcaires à fucoides changés en certains endroits en *argille scagliose* bigarrées si fréquent dans le Plaisantin, le Parmesan et le Modenais, dans les chaînes moyennes et dans celles qui s'approchent de la plaine et qui sont dirigées à peu près de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E., sens de la direction du soulèvement de ces chaînes, se montre aussi très-fréquemment le long d'une ligne dirigée N.-N.-E. S.-S.-O., qui commence près de Gênes à l'E. de cette ville et finit vers les vallées du Curone de la Staffora et du Tidone sur le versant septentrional de l'Apennin, suivant le pied occidental du grand contre-fort qui se trouve entre la vallée de la Scrivia et celle de la Trebbia, presque tout formé sur les hauteurs de calcaire argileux à fucoides plus ou moins compacte. Cette ligne, le long de laquelle se présentent aussi quelques traces de *grunstein* et de serpentine où l'on voit aussi des cristaux de gypse, des sublimations de cuivre et de mangauèse, de la baryte et de la strontiane sulfatée et où il paraît même qu'il y a quelques indices de sources salées, est celle selon laquelle a eu lieu le soulèvement de ce remarquable contre-fort, qui est presque parallèle à la direction du soulèvement principal des Alpes occidentales.

Terrain miocène.

Avec l'étage du calcaire à fucoides ou étage *modenais* finit pour moi, comme nous avons vu, la période éocène, et après lui commence le terrain miocène dans lequel nous pourrons aussi établir trois subdivisions.

Je suis d'autant plus fondé à faire terminer au calcaire à fucoides inclusivement le terrain éocène, que c'est entre lui et les terrains

qui suivent qu'en Ligurie se trouve ordinairement pour ainsi dire la plus grande discordance entre les différentes couches, là tout indiquant qu'il y a eu après le calcaire à fucoides un grand changement dans la disposition physique et dans la nature des couches, quoique quant aux fossiles il n'y ait pas d'abord et immédiatement un changement aussi radical entre la faune de l'étage inférieur du terrain éocène et celle des premiers bancs qui suivent le calcaire à fucoides et auxquels je fais commencer la série des couches miocènes. Cela tendrait à prouver que les simples bouleversements des couches et de la contrée, quoique très-considérables, ne sont pas la cause unique et principale des changements de la vie, mais que d'autres causes peut-être plus générales et climatiques ont contribué aussi beaucoup dans la suite des temps à la modification graduelle de la faune d'une contrée.

Ce qu'il y a de certain, c'est qu'entre la fin du dépôt des calcaires à fucoides et le commencement du terrain miocène, il s'est passé des phénomènes qui ont grandement contribué à changer la disposition de la contrée que nous étudions.

En effet, sur le calcaire à fucoides déposé probablement dans les grandes profondeurs de la mer et sur ses couches plissées et très-redressées reposent avec une bien moindre inclinaison des bancs très-puissants constitués par des dépôts, lesquels doivent s'être formés le long des côtes dans une mer probablement peu profonde et même dans des flaques ou mares d'eau douce ou saumâtre, ayant non loin de là des terres émergées assez considérables, sur lesquelles vivaient des pachydermes, qui ont laissé leurs dépouilles dans ces premiers dépôts de l'époque miocène. Ces dépôts partiels fluvio-lacustres ou d'embouchure, et qui sont en grande partie formés par des bancs de conglomérats, de mollasse et de marnes avec coquilles lacustres et des lits de lignite, occupent des petits bassins ou des espèces de golfes et se tiennent à la base d'une grande formation de conglomérats à éléments plus ou moins grossiers, auxquels ils passent successivement. Ces conglomérats dans les parties un peu plus fines et sableuses contiennent un grand nombre de coquilles et de polypiers, lesquels sont en partie éocènes, mais en bien plus grand nombre miocènes; c'est avec ces fossiles que se trouvent encore quelques Nummulites, particulièrement la *Nummulites intermedia*, qui est la plus répandue dans cette seconde zone nummulitique, qui constitue pour moi l'étage inférieur du miocène et que j'appellerai *étage Bormidien*, du nom de la rivière dans le bassin de laquelle cette partie de la formation est très-développée et dans lequel on a rencontré à

Carcare, à Dego, à Sassello, à Coscinelle le plus grand nombre de ces coquilles appartenant à l'éocène et au miocène, et où particulièrement on rencontre aussi en grand nombre des localités dans lesquelles on trouve des traces abondantes de lignites avec *Cyrena*, *Cerithium* ou *Melania*, *Mytilus* ou *Dreissena* (Sassello, Coiro, Coscinelle) qui doivent avoir vécu dans les eaux saumâtres de certains étangs ou à l'embouchure de quelque rivière, localités fréquentées par cette colonie de Pachydermes dont l'*Anthracotherium* est le plus remarquable.

Cet étage, surtout la partie composée de conglomérats, forme une zone très-étendue, soit au pied de l'Apennin ligurien, soit sur certaines sommités des contre-forts de cette chaîne, ainsi qu'autour de certains îlots de calcaire à fucoïdes éocène qui sont épars çà et là dans le Montferrat, le long du Pô, et dans le pays de Tortone. Cet étage atteint même une altitude considérable, puisque au *Monte Maggio*, au-dessus de Casella, à trois heures de Gênes, et non loin de la chaîne centrale, il arrive à 1000 mètres d'élévation.

Ce *Monte Maggio* est le massif appartenant à cet étage qui s'avance le plus dans l'Apennin du côté de son versant septentrional, si l'on excepte les environs de Sassello et de Varagine dans lesquels ces conglomérats occupent sur une certaine étendue le faite même de la chaîne centrale et descendent aussi sur son versant méridional pour rejoindre à Celle les bords de la Méditerranée, près desquels on peut observer la partie inférieure, c'est-à-dire celle qui correspond aux dépôts non exclusivement marins dans lesquels on remarque, comme à Santa-Giustina et à Stella, des bancs de lignite et de nombreuses impressions de plantes, telles que *Lastræ styriaca*, Ung., *Sequoia Langsdorfi*, Br., *Cyperus reticulatus*, Heer, *Sparganium valdense*, Heer, *Populus Leuce*, Rossin., *Laurus primigenius*, Ung., *Cinnamomum Scheuzeri*, Heer, *C. lanceolatum*, Ung., *C. spectabile*, Heer, plantes dont pour la plus grande partie on a trouvé des analogues dans cette partie de la molasse à lignites de la Suisse qu'on rapporte au miocène inférieur.

A cet étage appartient aussi sur le versant méridional de l'Apennin ligurien, et non loin de la chaîne centrale, le bassin si connu de Cadibona où l'on a trouvé tant de plantes et tant de pachydermes fossiles, si bien décrits par M. Gastaldi, et à l'est de Gênes fait aussi partie de cet étage la remarquable montagne de Portofino, qui s'élève abruptement de la mer jusqu'à la hauteur de 587 mètres et qui est toute composée d'un conglomérat à éléments de fortes dimensions, qui proviennent en partie de distances

assez considérables, puisque, entre autres, on y trouve des cailloux roulés de roches de quartz et de stéaschistes du verrucano et peut-être quelques porphyres, dont les roches en place plus voisines sont situées dans les montagnes de l'finale et d'Ormea ou à l'est de la Spezzia dans les montagnes de Carrare.

Sur ce même versant il y a encore un petit lambeau de cet étage dans la dépression dirigée à peu près de l'O. à l'E. qui se trouve derrière Cogoleto et Avenzano, à l'ouest, où un conglomérat avec quelques petites Nummulites soutient des couches de molasse et autres qui appartiennent aux étages suivants et passent même aux parties inférieures des terrains pliocènes, présentant ainsi dans un espace assez restreint plusieurs des bancs des formations miocène et pliocène.

Mais en revenant au versant septentrional de l'Apennin, nous avons dit que cet étage forme une zone presque continue qui occupe pour ainsi dire le premier gradin en descendant des montagnes de la chaîne centrale, qui contourne le bassin du Tanaro, de la Borinida et de la Scrivia, et les montagnes qui sont formées par ces conglomérats atteignent presque toutes une hauteur qui se tient entre 800 et 900 mètres; ainsi nous avons le *Brisco*, près de Voltaggio, 801 mètres, l'*Arpe di Giaccone*, entre le Lemmo et la Scrivia, 857, *Monte Tigliù*, 866, le château de *Roccaforte*, 857, *Monte di Gavo*, aux sources du *Grùs*, 957 mètres d'altitude, qui forment presque un arc de cercle équidistant du faite de l'Apennin, et marquent les bords de l'ancien golfe miocène vers cette chaîne de montagnes. Quant aux portions de cet étage qui entourent les massifs isolés de calcaire à fucoides, ils n'arrivent pas aussi haut, et cependant quelques groupes détachés de ce conglomérat, comme serait *Pozzolo del Groppo* dans le Tortonais, atteignent bien l'altitude de 553 mètres.

La subdivision inférieure de cet étage, c'est-à-dire celle où partiellement sont les lambeaux de terrain lacustre, n'atteint pas les altitudes des grandes masses de conglomérat, car ces dépôts ne dépassent guère 500 mètres à Bagnasco et à Noceto, dans la vallée du Tanaro, et il est à observer que ces petits bassins ou dépôts d'eau douce ou saumâtre se trouvent seulement au pied de la chaîne de l'Apennin et dans les parties qui correspondent à la portion la plus reculée de l'ancien golfe miocène, qui se trouvait là où sont actuellement les vallées du Tanaro, de la Bormida, de la Scrivia, et non près des îlots de calcaire marneux éocène du Montferrat, ce qui semble indiquer que la plus grande étendue de terre émergée à cette époque devait correspondre aux localités

où est la chaîne principale de l'Apennin et que les pachydermes dont on trouve les dépouilles dans ces dépôts, ainsi que les plantes qui concourent à former les bancs de lignite épars çà et là dans ces petits bassins, devaient avoir leur habitation sur les terres émergées de cette chaîne, composée, dans une partie vers l'ouest, de roches secondaires et plus anciennes, dans d'autres parties plus à l'est de roches éocènes, dans lesquelles les serpentines avaient déjà causé de grandes et nombreuses modifications, dont les témoins se trouvent dans les cailloux ophiolitiques, dans ceux de jaspe, de gabbro, etc., qui alternent avec quelques mollasses et constituent une grande partie de ces mêmes dépôts d'estuaire et qui forment aussi la plus grande partie de l'énorme masse de conglomérats qui sont immédiatement superposés à ces dépôts.

Ce conglomérat, par la grosseur de ses éléments et par la nature des coquilles qu'on y rencontre, particulièrement dans les sables qui en font partie, paraît s'être formé au loin de la côte. En effet, les coquilles qu'on y trouve appartiennent en général à des espèces qui n'en vivent pas à une très-grande distance, et les blocs qui constituent ce terrain sont en telle quantité et parfois de telles dimensions, qu'on ne peut supposer qu'ils aient été roulés de bien loin, et, si on en voit de ceux dont l'origine paraît être lointaine, on peut supposer qu'ils ont été portés dans les localités où ils sont actuellement par une espèce de flottaison, probablement sur des radeaux de glace, lesquels, pour fournir une telle quantité de blocs et de cailloux, devaient être assez nombreux et devaient, en général, s'accumuler et se fondre, plutôt qu'en pleine mer, près des côtes ou près des îlots dont elle pouvait être parsemée et qui venaient à barrer le passage, ce que l'on peut raisonnablement supposer en observant que c'est juste au fond de l'ancien golfe présumé et autour de certaines masses isolées de roches plus anciennes, que se trouve de préférence la zone de conglomérat, et qu'on rencontre les plus gros blocs qui la constituent. A l'appui de cette opinion vient aussi parfaitement la découverte qu'a faite M. Sismonda, dans les conglomérats inférieurs du Montferrat, de blocs de calcaire rouge avec Térébratules et autres fossiles liasiques, dont sont formées les montagnes de Gozzano d'Avona, qui constituent les premiers gradins des Alpes au nord de la vallée du Pô, blocs dont on ne pourrait expliquer la présence dans ces collines du Montferrat, où à ma connaissance il n'y a aucune trace de ces formations, qu'en les y supposant transportés de la lisière septentrionale du golfe par quelque agent de flottaison, tels que seraient des radeaux de glace. C'est probablement aussi de ces

premiers gradins des Alpes, qui formaient à l'époque miocène la ceinture septentrionale de ce bras de mer, que proviennent les quelques cailloux de porphyre quartzifère qu'on trouve dans ces collines du Montferrat, et on ne pourrait guère même expliquer, sans recourir à l'hypothèse des agents de flottaison, la présence parfois d'énormes blocs anguleux, où presque anguleux, qui se trouvent ou isolés ou par paquets et amas circonscrits au milieu de bancs réguliers, composés de parties fines et très-atténués, comme mollasse et couches sableuses qui se trouvent intercalées dans cet étage, comme à Coscinelle, entre les bancs de conglomérat plus grossier et à cailloux roulés. Il est à remarquer que parfois sur ces blocs sont incrustés d'énormes polypiers.

Du reste, après avoir indiqué sommairement les raisons stratigraphiques, je ne m'occuperai pas longtemps à discuter les raisons paléontologiques qui me conduisent à regarder cet étage comme faisant partie du miocène, puisque les nombreuses coquilles qu'on y retrouve appartiennent en bien plus grand nombre au miocène qu'à l'éocène; en effet, si dans la liste des fossiles j'ai donné dans mon mémoire sur le terrain nummulitique du pied septentrional de l'Apennin (*Bulletin de la Société géologique*, avril 1855), il y avait sur 24 espèces des environs de Coscinelle 10 appartenant au miocène et 10 à l'éocène, si dans la liste de M. Sismunda, dont j'ai fait mention dans ce même mémoire, il y avait 3 poissons miocènes sur 59 invertébrés, il y en avait 33 ou éocènes ou nummulitiques et 26 miocènes; la liste donnée par M. Gastaldi, comme faite sur la belle et nombreuse collection de M. Michelotti, sur 109 invertébrés fossiles en présente 100 comme espèces miocènes et 9 seulement comme appartenant exclusivement à l'éocène d'autres contrées; d'où il résulte qu'en faisant la somme des différentes listes et en laissant de côté quelque double emploi, on peut dire que sur 190 animaux invertébrés appartenant à cet étage inférieur miocène, ou, comme je propose de l'appeler, *Bormidien*, il y en a 130, à peu près, miocènes et 52 éocènes ou nummulitiques, observant même que dans ces 52 nummulitiques il y en a un certain nombre indiqués comme se retrouvant exclusivement dans le terrain probablement complexe du Véronais et du Vicentin, où il est très-croyable qu'il se présente au moins plus d'un étage nummulitique (si l'on ne veut pas, comme je pencherais presque à le croire, que le Vicentin et le Véronais soient plutôt miocènes qu'éocènes); car, si en effet Bolca paraît décidément éocène, dans d'autres parties des collines Véronaises et Vicentines il y a des bancs que tout porte à croire être plus récents et se rap-

procher du miocène, comme l'avait établi en 1847 la section de Géologie du congrès de Venise, qui dans la coupe de Possagno ad Azolo avait remarqué près de Castelcucco, au-dessous des puissantes assises pliocènes des collines *Azolane*, des bancs avec Operculines et fossiles rapportables au miocène, qui étaient superposés aux premières couches tertiaires du val *Organa*, qui présentaient un peu plus l'aspect éocène.

Cette présence même du miocène dans le Vicentin a reçu une grande confirmation par la découverte faite par feu M. le docteur Massalongo de dents d'Anthracothérium au milieu des bancs de lignite à Zovencedo, Chiavone, Salcedo, lignites qui contiennent aussi des *Ichthyolites*, des *Phyllites* et des mollusques; à la vérité, ces lignites, au dire de M. Massalongo, paraîtraient supérieurs à la grande masse nummulitique de ces régions; mais on pourrait avoir quelques doutes sur cette constante superposition des lignites, car dans certains endroits, comme aux Puli, dans la vallée de l'Agno, la section de Géologie du congrès de Venise a constaté en 1847 la présence d'un banc de lignite avec nombreuses traces de Potamidés au-dessous des bancs nummulitiques qui couronnent les collines de la partie moyenne du cours de l'Agno, comme vers Castel-Gomberto. A la vérité, on ne pourrait guère tirer de cette position du lignite des Puli au-dessous des calcaires nummulitiques aucun argument irréfutable pour la classification de ces mêmes terrains dans le miocène, car il se pourrait que ces lignites appartenissent à un étage un peu différent de celui de Salcedo et de Zovencedo, où ont été trouvées les dents d'Anthracothérium, et je ne pourrais assurer l'identité de ces lignites des Puli avec ceux de Salcedo, quoiqu'elle soit très-probable, car M. Pasini vient de me dire qu'il pense qu'on a trouvé aussi une dent d'Anthracothérium aux Puli; mais ce qui est plus constaté, c'est que les lignites de Salcedo sont identiques avec ceux de Cadibona.

Il est, en outre, très-probable que des bancs très-étendus du Vicentin, où se trouvent, entre autres, de très-nombreuses Scutelles et des Clypéastres, comme près de Schio, appartiennent au miocène et très-probablement à l'étage dont nous nous occupons en ce moment; d'ailleurs un certain nombre de géologues soupçonnaient déjà la présence du miocène dans ces régions, et M. Mayer, entre autres, avait déjà tenté cette probabilité, car il a, dans son tableau des terrains tertiaires de l'Europe, mis en parallèle dans son étage qu'il appelle tongrien une grande partie des bancs nummulitiques du Véronais et du Vicentin, avec les couches de Carcare et de Coscinelle, ainsi qu'avec la formation de

Cadibona, et feu M. Alexandre Brongniart même, établissant, dans son remarquable mémoire sur les terrains *calcaréo-trappéens* du Vicentin, un parallèle entre ceux-ci et ceux des environs de Turin, avait fait justement pressentir qu'une partie au moins du Vicentin est contemporaine des premiers dépôts miocènes du pied de l'Apennin.

Je me suis permis cette trop longue digression sur la probabilité de l'existence du terrain miocène dans les couches nummulitiques des régions du Véronais et du Vicentin pour prouver que la présence d'une cinquantaine d'espèces nummulitiques dans l'étage bormidien, dont nous nous occupons, ne contredisait pas l'opinion qu'on dût le regarder comme miocène, en tirant l'argument de cette position de la présence de plus de cent autres espèces décidément miocènes, parce que les espèces nummulitiques du Vicentin qui entrent pour la plus grande partie dans ces cinquante espèces ont presque plus de raison de devoir être regardées comme miocènes que comme éocènes.

Du reste, cet étage bormidien, qui a été plus particulièrement étudié par moi dans les collines du Montferrat et du pied septentrional de l'Apennin Ligurien, paraît se montrer en d'autres points aussi du pied de cette chaîne; j'en ai rencontré en effet des traces dans les Apennins de Reggio, près Castel-Novo di Monti, où, selon M. le professeur Doclerlein, il y a des Nummulites dans les conglomérats et les mollasses miocènes de *Pietra Bismantova*, qui sont superposées aux argille *scagliose* éocènes de Monte-Fiorino, et non loin de Scandiano, près Monte-Babbio et Rondinara, où l'on voit des traces de lignites dans les agglomérats assez souvent très-ophiolitiques, qui sont superposés aux calcaires à fucoides de Jano et de Castel del Gesso.

Cet étage, au moins la partie où sont des dépôts ligniteux, se reproduit en Toscane dans les conglomérats et mollasses à lignites d'eau douce avec ossements de pachydermes, particulièrement du genre *Sus* de Monte-Bamboli et de Monte-Masii, etc., quoique à propos de ce terrain à combustibles de la Toscane on puisse avoir le soupçon qu'il soit un moment plus élevé dans la série. Ce doute me vient de ce que M. le professeur Paul Savi assure que le terrain du *Perolle* à lignites est supérieur au terrain marin miocène, qu'à Dicomano certaines couches à *Cyprina* paraissent inférieures aux lignites, et qu'à Caniparola le terrain à lignites repose sur un terrain marin; cependant je pense que ce doute a peu de valeur, car excepté *Perolle*, que je ne connais pas, pour Dicomano il paraît qu'une des *Cyprines* indiquées, la *Cyprina depressa*, Meneghini, est

probablement une Cyrène, et alors elle appartiendrait à ces couches d'eau saumâtre ou d'eau douce qui sont ordinairement à la base de nos lignites du terrain miocène inférieur; quant à Caniparola, la formation repose ou s'appuie à la vérité sur un terrain marin; mais ce terrain, qu'on peut voir dans le batro d'Albachiava, n'est pas miocène, mais bien éocène, puisqu'il contient les Chondrites les plus communes du terrain éocène supérieur ou de l'étage modenais. Et à propos de ce dernier gisement de lignites de Caniparola, dans la vallée du Magra inférieur, je suis bien persuadé qu'il fait partie de notre étage miocène inférieur ou Bormidien; car, si d'abord un petit nombre de plantes déterminées par M. Heer se rapprochait de certains terrains plus récents, comme ceux de Montajone et de Sinigaglia, un plus grand nombre de Phyllites, qui ont été recueillies postérieurement par M. Capellini et qui ont été aussi déterminées par M. Heer et publiées dans un beau mémoire par le même professeur Capellini, prouvent que la flore de cet endroit correspond bien plus à celle de Cadibona et du terrain miocène inférieur, qu'à celle des gypses de Guarene, Sinigaglia, Stradella et des terrains de Montajone, en Toscane, qui appartiennent à un étage bien plus récent; d'où on peut déduire avec assurance que réellement le lambeau de couches de mollasses et de conglomérats inclinées, contenant des lignites et de nombreuses impressions de plantes et des coquilles d'eau douce de la partie inférieure de la vallée de la Magra, appartient, comme Cadibona, Stella, Bagnasco, à la partie inférieure et lacustre de l'étage Bormidien ou du terrain miocène inférieur.

J'ai indiqué plus haut le soupçon que j'avais qu'on dût plutôt classer le terrain nummulitique du Vicentin dans le miocène inférieur que dans l'éocène; or, le doute que j'avais s'est presque entièrement évanoui, et je vais me persuadant toujours de plus en plus que ce terrain est miocène, en jetant les yeux sur le catalogue des fossiles miocènes donné par M. Michelotti, catalogue dans lequel on voit qu'un grand nombre de fossiles provenant de Castel-Gomberto, Matecchio, etc., sont réellement miocènes et confirment pleinement l'idée que je soutenais en 1847, que ces terrains étaient plus récents que la zone nummulitique ancienne des Alpes, lorsque la section géologique du congrès de Venise entreprit de parcourir les vallées de l'*Agno*, de l'*Onto* et les environs de Castel-Gomberto.

On pourrait même ajouter que non-seulement la partie supérieure du terrain nummulitique du Vicentin est miocène, mais que probablement la partie inférieure l'est aussi; car, si réelle-

ment cette partie inférieure appartenait à l'éocène, et non au miocène inférieur, on aurait dans cette région la suppression entre les deux étages nummulitiques de la grande zone du flysch ou du calcaire à fucoides, zone qui se montre cependant au pied des Alpes plus à l'O., vers le pays de Venise et le Milanais, mais non intercalée entre deux étages nummulitiques, mais bien inférieure à des calcaires ou breccioles nummulitiques qui ont une grande ressemblance avec le poudingue miocène, comme à Comabio, où ces poudingues semblent bien supérieurs aux calcaires marneux rougeâtres, avec *Chondrites* de Morosolo, et où par conséquent on peut croire qu'on a plutôt la zone nummulitique supérieure ou miocène, au lieu d'avoir des représentants du banc nummulitique éocène, idée et opinion qui peuvent s'appuyer aussi sur la considération physique que tous ces bancs formaient probablement à la même époque le pourtour d'un même golfe, du golfe qui devait être ensuite occupé par les terrains subapennins et par les terrains de la vallée du Pô.

Cette absence ou si l'on veut cette suppression de la grande masse de flysch dans le Vicentin et le Véronais, où, si réellement il y avait distinction entre les bancs inférieurs et supérieurs nummulitiques, ils seraient soudés ensemble, est un fait qui donne bien à penser que ces bancs nummulitiques ne sont pas une chose différente, mais qu'ils forment bien un seul ensemble rapportable au miocène, d'autant plus que des plantes de la classe des *Fucus* se trouvent bien et en assez grand nombre dans les bancs qui avoisinent les Nummulites du Vicentin et du Véronais même les plus inférieurs; mais ces *Fucus* sont de tout autres genres et espèces que les *Chondrites* et ils ressemblent bien plus aux genres d'algues et de fucoides qui ont été trouvés à Gassinodans le terrain nummulitique miocène, d'où cette idée de l'âge comparativement récent des terrains nummulitiques du Vicentin semble acquérir une nouvelle confirmation. Elle acquiert même une autre probabilité de l'observation qu'a déjà faite Alexandre Brongniart, de la présence ou mieux de la connexion des roches trappéennes ou basaltiques au milieu des bancs calcaires nummulitiques du Vicentin et du Véronais, lesquelles roches, comme la plus grande partie des serpentines, avec lesquelles elles ont une grande analogie, ne sont sorties du sein de la terre qu'à la fin de l'époque éocène et au commencement de l'époque miocène.

Du reste, je me suis un peu étendu en développant cette idée, que les terrains du Vicentin et du Véronais sont plutôt miocènes inférieurs qu'éocènes, non que je puisse et la veuille soutenir

exclusivement, mais pour inviter les géologues qui ont la possibilité d'étudier minutieusement ces contrées à voir si cette opinion a des données suffisantes pour être définitivement adoptée et établir au moins quelles sont dans ces parages les couches qui sont réellement éocènes et celles qui peuvent être rapportées (comme étant supérieures aux couches à lignites à *Anthracotherium* et tirées avec elles) à l'étage miocène inférieur, dont nous nous sommes jusqu'à présent occupé.

Deuxième étage miocène ou étage langhien.

Comme la zone du terrain éocène, au-dessus et pour ainsi dire extérieurement aux couches remplies de fossiles et qui paraissent avoir été déposées dans une mer peu profonde, se trouvent des masses énormes de bancs qui, par l'absence de la vie et la ténuité des molécules dont ils sont composés, indiquent une grande profondeur dans les eaux de la mer au milieu desquelles ils se sont formés, comme il paraît aussi qu'ils se sont formés assez loin des côtes ; ainsi, dans le terrain miocène au-dessus de la grande masse du conglomérat inférieur et de certaines roches arénacées abondantes en fossiles qui paraissent avoir été formées dans une mer peu profonde, se présente aussi une grande et puissante suite de couches dans lesquelles les particules de la roche qui les constitue sont très-atténuées et où les fossiles sont bien plus rares et très-peu répandus. C'est cet ensemble de couches que je considère comme constituant la subdivision moyenne du terrain miocène, que je nommerai *étage langhien*, et qui se montre sur une grande étendue dans les hautes collines appelées les *Langhe*, traversées par les vallées supérieures du Belbo de la Bormida, et aussi dans une partie des collines qui avoisinent les cours du Lemmo et de la Scrivia et en partie les vallées du Curone et de la Staffora. Cet étage se développe aussi dans la suite de collines qui va de Superga à Casale et même à Valence, et il est toujours caractérisé par des marnes sableuses généralement grisâtres, par des espèces de mollasses de la même couleur et par quelques bancs assez rares de sables parfois ophiolitiques qui passent aussi parfois, mais presque disposés comme des paquets ou masses semi-lenticulaires et non continues, à un conglomérat généralement à éléments peu grossiers. Ces marnes sont parfois dépourvues presque généralement de fossiles, et quoiqu'on en trouve quelques-uns au milieu de ces bancs, c'est ordinairement lorsque ces marnes ou ces mollasses prennent surtout l'aspect de sables agglutinés qu'il y en a un plus grand nom-

bre. Les débris végétaux y sont assez rares; on y voit cependant çà et là quelques morceaux de lignites ou de bois bituminisé perforé par les tarets. La faune de cet étage a encore une assez grande ressemblance avec celle de l'étage inférieur miocène, puisqu'il y a près de cent trente à cent quarante espèces d'animaux fossiles qui sont communes aux deux étages, et plusieurs même de ces espèces ont leurs analogues dans certains terrains miocènes du midi de la France, particulièrement des environs de Bordeaux; du reste cette faune de l'étage langhien est identique en grande partie avec celle de la colline de Turin, dans laquelle colline cet étage occupe une place assez étendue, puisque je pense qu'on peut y rapporter la masse puissante de marnes sableuses ou mollasses grisâtres qui se voient depuis la *villa della Regina* vers *Santa Murgherita* et une partie des couches sableuses qui leur sont intercalées vers l'Eremo et où particulièrement on a trouvé le plus grand nombre de coquilles déterminables, car dans les marnes où l'on en voit aussi un assez grand nombre, surtout de bivalves, elles sont ordinairement si écrasées, qu'il est impossible de bien les déterminer.

Dans cette colline de Turin on peut croire, mais avec doute, que cette zone repose sur certains conglomérats inférieurs qu'on voit dans le fond et non loin des débouchés de certaines petites vallées, comme celle que remonte la route de Chieri et celles du Rio Sales, conglomérats qu'il ne faut pas confondre avec les grands amas de cailloux roulés même assez volumineux qui sont aux débouchés de ces mêmes torrents, mais qui appartiennent au terrain diluvial. De là cette masse de marnes sableuses paraît arriver jusqu'au point de partage des eaux qui descendent d'un côté vers le Pô en aval de Turin et de l'autre vers la plaine de Chieri. Un peu plus loin et sur les hauteurs qui environnent ce col on voit de nouveau des conglomérats qui sont supérieurs à cette grande masse de marnes sableuses et de mollasses et qui probablement se lient à un troisième étage supérieur du terrain miocène que nous avons lieu de mieux reconnaître ailleurs.

Cette zone de mollasses de l'étage miocène moyen est aussi remarquablement développée dans les hautes collines qui sont au midi de Castagneto, vis-à-vis de Chivasso, et qui s'étendent vers la petite vallée de Rivalba d'un côté et de l'autre vers la vallée di Casal Borgone; dans ces parages elles présentent un aspect assez uniforme et contiennent assez peu de fossiles; au contraire, elles en montrent un assez grand nombre vers Sciolze où il y a quelque banc intercalé d'une espèce de sable ou conglomérat serpentineux.

Mais les localités où cet étage paraît plus développé sont les hautes collines qui sont au nord de Ceva, ainsi que dans les vallées de la Bormida vers Ponti, Bistagno et Acqui, ou ce qu'on appelle les *Langhe*. Elles occupent aussi une grande étendue de pays entre Coscinelle et Cremolino, entre la Bormida et l'Olba, ainsi que près d'Ovada et dans la vallée du Lemmo de Voltaggio jusqu'à Gavi. Dans la vallée de la Scrivia appartiennent à cet étage les marnes et mollasses grisâtres qu'on voit, après avoir quitté les conglomérats du miocène inférieur, se prolonger des environs de Rigoroso à Arcuata et jusqu'au pied et au sud des plus hautes collines sur lesquelles est situé le château de Serravalle d'un côté de la Scrivia et la *Madonne del Monte* de l'autre, collines que nous verrons appartenir à un étage encore supérieur du miocène; entre Rigoroso et Serravalle, les mollasses de l'étage langhien, après s'être élevées assez haut, près du premier de ces deux pays, s'abaissent un peu et forment la grande crête sur laquelle passe la route qui va de Serravalle à Gavi.

Cet étage atteint pour le moins l'altitude de 534 mètres à Castino, entre le Belbo et la vallée de la Bormida occidentale; il a à peu près l'altitude de 382 mètres à Coscinello, et à la Calcinara, près Godiasco, à côté de la vallée de la Staffora il arrive à 682 mètres, et il doit arriver à une hauteur même un peu plus grande vers S. Albano et Pietra Gavina dans les ramifications du Monte Penice qui sont entre la Staffora et un de ses affluents de droite, la Nizza.

Quoique cet étage, par son étendue, ait une grande importance, je ne puis donner à son égard et à celui de sa faune des détails bien précis, d'abord parce qu'à cause de la rareté des fossiles en certains endroits, et surtout parce que dans les collections on n'a pas toujours eu le soin de marquer exactement ceux qui appartiennent aux bancs inférieurs du miocène et de les séparer de ceux qui appartiennent à cet étage ou à un autre supérieur, il n'est pas permis encore d'assigner à sa faune des limites bien tranchées. On voit cependant qu'un bon nombre de coquilles qui se trouvaient dans le conglomérat inférieur commence à manquer et qu'il s'en substitue d'autres, dont une partie continue à se montrer ensuite dans l'étage supérieur et passe même plus haut en d'autres bancs qui se trouvent à la base du pliocène, ce qui vient parfaitement à l'appui de ce que nous avons dit d'abord, c'est-à-dire qu'il y a passage d'un étage à l'autre et que les faunes de chaque étage ne se sont pas éteintes tout à coup et n'ont pas été entièrement et immédiatement remplacées par des faunes nouvelles, mais qu'au contraire les formes ont varié peu à peu et successivement, c'est-

à-dire que progressivement, à l'extinction ou disparition de certaines espèces ou variétés, il en est survenu de nouvelles, les variations des faunes, durant une longue période, étant fonction complexe probablement des variations climatiques générales et non-seulement des variations de niveau mais des variations de la nature minéralogique et physique du fond des mers, ainsi que des dépôts qui s'y formaient.

En dehors des régions que j'ai plus particulièrement énumérées, je ne pourrais guère avec une scrupuleuse précision indiquer les localités où cet étage est exactement représenté; je crois cependant qu'on peut y rapporter certaines mollasses qui se trouvent au débouché de la vallée du Ceno dans celle du Taro, beaucoup de mollasses qui sont sur la route qui va de Castelnovo dè Monti à Reggio de Modene, celles qu'on rencontre sur la route de Sassuolo aux premières collines en allant vers Paullo, celles qui se voient dans la vallée du Reno et une grande partie de celles qui sont dans la vallée du Lamone. En Toscane je ne saurais indiquer quelles peuvent être les couches rapportables à cet horizon; mais probablement on pourrait croire qu'appartiennent à cet étage les mollasses qui sont supérieures aux conglomérats à lignites de Monte Masi. Dans les Romagnes il se peut bien que ce terrain ait aussi ses représentants, car on trouve des mollasses et des marnes qui étant à la base d'autres terrains ont bien quelque ressemblance avec ces mollasses du miocène moyen; mais il est impossible d'indiquer où elles finissent et où commencent d'autres terrains en partie également arénacés ou marneux, mais qui appartiennent à des étages supérieurs.

Étage miocène supérieur ou étage serravallien.

Vers la partie supérieure de l'étage *langhien* on voit commencer l'alternance des marnes grisâtres avec des couches plus sableuses jaunâtres qui commencent à prendre l'aspect de dépôts qui se sont formés dans une mer moins profonde et moins loin des côtes. C'est au commencement de ces alternances de marnes sableuses grisâtres et de sables jaunes que je place la limite inférieure de la troisième subdivision du terrain miocène, qui est celle du miocène supérieur que j'appellerai l'étage *serravallien*, du bourg de Serravalle, près lequel cet étage est bien marqué et où il forme une rangée de hautes collines qui s'étendent au loin à l'ouest et à l'est de ce bourg et qui ont un aspect et une constitution géologique particuliers. Ce sont les couches encore assez inclinées de

cet étage que la Scrivia coupe profondément à côté de ce bourg d'où elle entre ensuite presque dans la plaine. Les sables jaunâtres agglutinés, qui d'abord alternent avec des mollasses grises et qui vers le haut acquièrent une grande puissance et constituent presque exclusivement la partie supérieure de l'étage dont nous nous occupons, sont composés presque totalement de grains de quartz hyalin; il y a cependant quelques grains assez rares de serpentine et d'autres roches congénères qui sont parfois teints en jaune par quelque légère trace d'oxyde de fer. Ils sont liés par un ciment calcaire où ils sont plus ou moins effervescents et leur cohésion est assez forte, car on s'en sert comme d'assez bonne pierre de taille qu'on exploite surtout à Gavi et en d'autres points de ces collines. Ces sables agglutinés sont disposés en bancs généralement assez puissants et contiennent de nombreux fragments de coquilles, de baguettes d'oursins et de polypiers; dans quelques-uns de ces bancs il y a de larges impressions sinueuses et serpentineuses qui pourraient être des empreintes de troncs de larges *Fucus*, mais qui plus probablement ne sont que l'effet de l'agitation et du tournolement des ondes de la mer sur une plage de sable fin et sur des bancs situés peu au-dessous de sa surface, car j'ai eu lieu d'observer des impressions absolument semblables se former sous mes yeux sur la surface d'une plage de sable fin qui se trouvait à peine 3 à 4 pieds au-dessous de la surface de la mer, dans le port même de Gênes. Du reste tout semble indiquer que lorsque ces sables se déposaient la mer ne devait avoir dans ces endroits qu'une assez petite profondeur. On trouve dans ces sables des Huitres, quelques Peignes, des Térébratules, des polypiers, des Serpules, des dents de Squale; mais ces fossiles sont en général dans un état fragmentaire et pourtant pas très-reconnaissables. Les dépôts de cet étage présentent ordinairement l'aspect d'une plage sablonneuse sur laquelle la mer a rejeté les fragments des coquilles qui vivaient non loin de là dans son sein. A Serravalle, autant que peu le permet l'état des échantillons que j'ai ramassés, je pense pouvoir déterminer la *Terebratula vitrea*, une autre *Terebratula* (*T. miocenica*?, Michelotti) qui s'en approche beaucoup mais qui a les valves un peu sinueuses. Les baguettes d'*Echinus* paraissent appartenir à certains *Cidarites* et les polypiers sont entre autres *Caryophyllia cyathus*, Michelin, *Myriopora truncata*, Mich., *Tethia simplex*, Michelotti. Il y a aussi avec eux des fragments de Serpules, des petites Huitres et quelques petits Peignes peu déterminables.

On peut suivre les bancs appartenant à cet étage sur une grande

étendue de pays. En effet ces sables du miocène supérieur s'étendent à l'est de Serravalle, par les hautes collines de la *Madonna del Monte* élevée de 462 mètres, au château de Sorli haut de 593 mètres, aux Monti d'*Ajane* et de *S. Vigo*, au nord de Garbagna, qui atteignent 625 et 654 mètres d'altitude; de là cet étage passe à travers les vallées du *Grù* et du *Curone* et forme le monte de la *Pennola* de 646 mètres d'élévation qui est entre le *Curone* et la *Staffora*, et à l'est de cette dernière rivière on en voit des traces remarquables dans les collines qui s'étendent vers le *Tidone* dans les ramifications du *Monte Penice*. Quant à la partie de cet étage qui se trouve à l'ouest de Serravalle, elle a aussi une grande étendue, puisque ces sables passent à Gavi, à Parodi, de là, par Montaldeo et Castelletto, à la *Rocca Grimaldi* sur la gauche de l'*Olba*, et ensuite à Orsera sur la droite de la *Bormida*, et puis se montrent entre Alice et Acqui sur la route qui va d'Acqui à Nizza de la Paille; des environs d'Acqui probablement cet étage continue, mais pas aussi bien reconnaissable, vers la *Tinella*, d'où, pliant un peu au S. O., il va rejoindre certaines collines sableuses qui semblent lui appartenir et qui se trouvent entre Dogliani et Murazzano.

Mais outre cette zone qui a plusieurs myriamètres de longueur et qui accompagne la zone des conglomérats inférieurs et des mollasses moyennes qui court au pied septentrional de l'Apennin, il y a aussi des parties isolées de cet étage vers M. Bisagio près de Tortone et sur la colline où était située jadis la forteresse de cette ville. Ici l'étage est un peu plus marneux et il y a quelques lits de sables un peu serpentineux. A M. Bisagio il y a des Huitres, des Spondyles et des dents de squal, particulièrement du *Carchorodon megalodon*. On peut, à la vérité, avoir quelque doute sur ce tuf ou sable agglutiné du M. Bisagio, comme nous verrons qu'on peut en avoir sur la position de celui de *Terrugio* dont nous parlerons ensuite, si réellement il fait partie de cette zone, ou si bien il n'appartient à une autre zone sableuse supérieure au gypse et pour moi pliocène; mais je crois réellement que le tuf de M. Bisagio, comme celui de *Terrugio* et de *S. Bartolomeo*, est bien inférieur et non supérieur au gypse de ces contrées, tel que celui de San-Germano et que pourtant ce tuf est miocène et appartient à l'étage serravallien.

Du cap sur lequel sont les restes de l'ancienne forteresse de Tortone, si on regarde vers l'O. au delà du Tanaro, c'est-à-dire sur la gauche de cette rivière, on voit aligné avec lui dans le sens de l'O.-N.-O. le cap de *Monte Castello*, qui est pour ainsi dire

l'extrémité orientale de la rangée de collines qui vont de Superga près Turin à Valence. Ce cap paraît presque identiquement composé comme la colline de la forteresse de Tortone et on peut le regarder comme appartenant à l'étage serravallien.

De ce point de Monte-Castello on peut suivre en marchant dans le sens de ces collines, c'est-à-dire à l'O.-N.-O, les traces de cet étage en assez grand nombre d'endroits, comme à Vignale, où l'on a des sables agglutinés identiques avec ceux de Serravalle et contenant des concrétions marneuses. A San-Bartolomeo de Terrugia, où il y a d'abord inférieurement une masse considérable de ces sables fins, mais non pas très-agglutinés, puis un banc puissant presque tout formé de nodules calcaires de forme plus ou moins sphérique et d'assez fortes dimensions, venaient par des parties arénacées, et par dessus de nouveau, plusieurs bancs de sables fins, plus ou moins agglomérés et calcaires qu'on exploite sous le nom de *tuf*, et qui contiennent des dents de squal, c'est-à-dire *Oxyrhina hastalis*, *O. plicatilis*, *O. xiphodon*, Sism., des Huitres, des *Phyllites* et des fragments de bois bituminisé. Parmi les Huitres, il y en a une qui a une bien lointaine ressemblance avec l'*O. vesicularis*, mais elle est un peu moins bombée et elle a le test lisse comme celle de la craie, mais certainement ce doit être une espèce différente.

Ces bancs, soit inférieurs, soit supérieurs, contiennent aussi, comme ceux de Serravalle, des baguettes d'oursins et des fragments de polypiers; et quoiqu'il puisse naître le doute, comme je l'ai indiqué plus haut, qu'ils fassent partie d'une zone supérieure du gypse de San-Germano, qui n'est pas bien loin de là, cependant par l'examen de la contrée il paraît bien plus probable qu'ils passent en dessous et qu'ils appartiennent bien à l'étage serravallien.

Je crois aussi qu'on doit rapporter à cet étage certains calcaires blanchâtres sableux des environs d'Ottiglio qui contiennent des traces de polypiers peu déterminables, des fragments d'Huitres analogues à celles de San-Bartolomeo, de Terrugia et de M. Bisagio, et un *Balanus* qui paraît bien être le *Balanus tintinnabulum*, Brocch.

Plus loin on peut rapporter probablement à cet étage ces bancs de sables parfois un peu serpentineux, avec nombreux fragments de coquilles, qu'on rencontre entre Mancucco et Cinzano, et plus loin encore une couche analogue et qui contient beaucoup de Serpules et des coquilles toutes brisées et des polypiers qu'on ren-

contre tout près de l'église de Pino, lorsqu'on prend la descente le long de la route qui conduit de Turin à Chieri.

En général, les couches de cet étage sont encore assez inclinées; elles commencent cependant à l'être un peu moins que celles des bancs inférieurs, mais elles le sont toujours plus que celles du terrain qui suit et avec lequel, comme nous le verrons, je fais commencer le terrain pliocène.

En dehors du Piémont et des vallées de la Scrivia et de la Bormida, j'ai pu recueillir trop peu de matériaux pour dire avec une certaine assurance quelles sont les localités où se montre encore cet étage. Je croirais cependant qu'on pourrait rapporter à ce niveau certains bancs sableux agglomérés de Rocca del Gisio, près Pianello, dans le Plaisantin, et certains bancs sableux et agglomérats assez inclinés des environs de Tabbiano, à l'O. des bords de ce nom, dans le Parmesan, ainsi que les bancs inclinés de même nature des environs d'Amiano, localités à côté desquelles nous verrons qu'existe bien développé le terrain qui suit, c'est-à-dire le pliocène inférieur. Plus loin, dans le Modenais et dans le Bolonais, quoiqu'il soit très-probable que cet étage existe aussi à la partie supérieure de la grande masse de terrains miocènes qu'on trouve dans ces régions, je ne pourrais pas indiquer les bancs précis qu'on doit lui rapporter, et plus loin encore, comme dans les environs de Cesene et de Rimini, bien qu'on voie des masses énormes de terrains qui présentent l'aspect et contiennent même des fossiles du serravallien, de manière qu'on serait tenté de les y rapporter, cependant l'étude de la position des agglomérats et sables endurcis de Sogliano, Perticara, San-Leo et San-Marino conduisent à les ranger comme supérieurs à certains gypses et à certaines alternances de couches marines et fluviales, dans le terrain ou mieux étage que nous nommerons *tortonien*, et qui forme la base du pliocène.

Quant au versant méridional de l'Apennin en Ligurie, je ne connais guère qu'un endroit où on puisse croire avec une certaine probabilité qu'existe cet étage, avec cependant une très-petite extension. En effet, au N. du bourg de Cogoleto, à un endroit dit *Serboasca*, il y a une dépression qui va de cette localité à Arenzano, dans le sens de l'O. à l'E., et qui se trouve entre une petite chaîne côtière et les grandes hauteurs serpentineuses de la chaîne centrale de l'Apennin, qui court elle-même à une petite distance des bords de la mer dans ce sens, de Varagine à Voltri. Dans cette dépression se développe le terrain miocène, d'abord avec ses con-

glomérats et ses mollasses nummulitiques inférieures, ses mollasses et ses marnes sableuses moyennes, et enfin au-dessus d'eux se voient des sables jaunâtres agglutinés, presque analogues à ceux de Serravalle et contenant comme eux des polypiers en fragments peu déterminables, des baguettes d'oursins, des grandes et des petites Huitres, dont l'une paraît s'approcher de l'*O. flabellum*, de Lamarck, le tout ayant l'aspect d'un dépôt sablonneux formé d'une plage peu profonde, et qui rend assez probable le rapprochement que je fais de ce banc avec l'étage serravallien.

Pliocène inférieur ou étage tortonien et plaisantin.

L'étage dont nous allons nous occuper commence pour moi le terrain pliocène et en forme la partie inférieure. C'est un des plus étendus et des plus riches en fossiles, car il a été reconnu non-seulement tout le long du pied septentrional de l'Apennin, mais aussi sur son versant méridional et dans une grande partie de la Toscane et des États de l'Église. C'est de lui que proviennent le plus grand nombre des coquilles décrites par Brocchi, et c'est par lui qu'est constituée la plus grande partie des basses collines sub-apennines.

Lorsque, d'après Lyell, on introduisit dans la géologie les noms d'*éocène*, *miocène* et *pliocène*, on plaça d'abord sans hésitation la plus grande partie de l'étage qui nous occupe dans le pliocène. Ce ne fut qu'un peu plus tard que plusieurs géologues piémontais, ayant recueilli un assez grand nombre de fossiles d'une partie de cet étage et des bancs qui lui sont immédiatement supérieurs, et ayant trouvé qu'un certain nombre de ces fossiles lui étaient particuliers, que d'autres lui étaient communs avec le miocène, et que d'autres, mais non pas en très-grande quantité, lui étaient enfin communs avec les bancs qu'ils regardaient comme exclusivement pliocènes, voulurent placer cet étage dans le miocène, et en firent le miocène supérieur. Mais pour moi, soit en examinant sa faune plus généralisée, soit en examinant la position stratigraphique et la nature des couches qui la composent, je penche à croire qu'il a plus de liaison avec les terrains qu'il supporte qu'avec ceux qui lui sont inférieurs, et je penche pourtant à le considérer comme formant la base du pliocène ou à le regarder comme le pliocène inférieur, et je l'appellerai *étage tortonien*, et je lierai avec lui l'étage *plaisantin*, qui n'en formerait qu'une subdivision ou un sub-étage à la partie supérieure.

Le type de cet étage tortonien est pris dans les collines qui sont

au S.-E. de Tortone, vers *Surdigligiano*, *Santa-Agata*, *San-Alosio*, et celles qui sont au N. de *Starrano*, village dont le château serait encore placé sur les derniers bancs du miocène supérieur ou serravallien, et pour le sub-étage plaisantin, dans les fameuses collines de Castellarcuato, qui contiennent bon nombre de coquilles identiques avec celles des environs de Tortone, et un aussi grand nombre de coquilles identiques avec celles de l'Astésan, ce qui indique une liaison sensible avec l'étage supérieur du pliocène ou terrain marin de l'Astésan, tandis que sa position et un grand nombre de fossiles rapprochent de plus ce sub-étage du tortonien, dont il y a des bancs parfaitement caractérisés même par les fossiles, dans ces environs de Castellarcuato, vers Bacedasco, où on les voit immédiatement inférieurs et liés immédiatement avec la partie plus caractérisée du Plaisantin, c'est-à-dire avec les marnes qui sont entre Castellarcuato et Lugagnano.

L'étage tortonien est composé dans le bas de marnes bleuâtres alternant assez souvent avec des bancs peu épais d'une mollasse marneuse gris bleuâtre, qui est parfois aussi disposée en espèces de gros nodules aplatis au milieu de ces mêmes marnes ; avec elles il y a aussi quelques bancs peu réguliers de cailloux roulés, généralement de calcaire compacte et de roches serpentineuses qui forment parfois, comme entre Stazzano et Surdigligiano, plutôt de larges plaques que de véritables bancs régulièrement disposés. C'est avec ces bancs qu'on rencontre un grand nombre de coquilles, particulièrement l'*Anolax inflata*, plusieurs Cônes, tels que *Conus antiquus*, Brocc., *C. raristriatus*, Bellardi, *C. ventricosus*, Bronn, le *Buccinum gibbum*, Brocc., *Trochus patulus*, Brocc., *Turritella triplicata*, Brocc., *T. imbricataria*, Brocc., *Voluta rarispina*, Bellardi, *Ranella marginata*, *Natica helicina*, Brocc., etc., et peut-être même la *Cardita Jouanneti*, Bast. Quant aux nombreux polypiers, particulièrement des genres *Turbinolia* et *Stephanophyllia*, ils se trouvent ordinairement de préférence dans les marnes sableuses et les mollasses.

Au-dessus de ces marnes et de ces mollasses se développe ordinairement la formation gypseuse, et en plusieurs endroits il y a des bancs très-puissants de cailloux roulés et de sables qui la recouvrent ; c'est avec ces bancs que le plus souvent se trouvent des alternances de couches marines et de couches avec coquilles d'eau douce et saumâtre, avec lesquels sont réunis de petits bancs de lignite ou de bois bituminisé. Souvent aussi, particulièrement dans le Plaisantin et même dans le Tortonais, il y a à la partie supérieure de l'étage complexe un banc de calcaire grossier ou

de sables calcaires agglutinés très-riche en Peignes et en Térébratules, tels que le *Pecten dubius* et la *Terebratula ampulla*, Brocc. Il est remarquable que ce banc calcaire se montre sur une très-grande étendue de pays, non-seulement dans le Tortonais, le Monferrat, le Plaisantin et une partie des Romagnes, mais aussi sur le versant méridional de l'Apennin.

En examinant l'ensemble des couches qui constituent l'étage tortonien et le sub-étage plaisantin, on voit que c'est un terrain qui en partie s'est déposé dans une mer généralement peu profonde et qu'il a fini par s'approcher beaucoup, à cause des soulèvements successifs et graduels du fond de la mer, à former une plage caillouteuse, près de laquelle s'épanchait quelque courant d'eau douce qui y déposait des Mélanies, des *Melanopsis*, des Néritines, etc., ou bien près de laquelle s'étaient formés des étangs littoraux d'eau douce ou saumâtre, comme il arrive encore aujourd'hui sur les bords de la Méditerranée, où par quelque mouvement oscillatoire il peut arriver qu'il se forme dans leur fond tantôt des dépôts marins ou d'eau saumâtre, avec *Cardium*, *Cerithium*, *Mytilus*, *Ostrea*, tantôt des dépôts alternants d'eau douce avec quelques Néritines et *Melanopsis*.

Du reste, comme je l'ai déjà indiqué, je penche à croire que ce grand étage, qui est un des plus développés de ceux qui sont aux pieds de l'Apennin, forme bien la partie inférieure du pliocène, et que c'est avec lui qu'on doit de préférence le réunir. En effet, si on examine l'ensemble des restes organisés qui s'y trouvent, à part un assez grand nombre d'espèces qui lui appartiennent en propre, on y en voit à la vérité un certain nombre qui lui est commun avec le véritable miocène, comme seraient les bancs de la colline de Turin ; mais il y en a aussi un certain nombre qui est commun avec le véritable pliocène, tel que le terrain d'Asti, comme il y en a aussi d'autres qui sont communs et aux étages miocènes, aux étages tortonien et plaisantin et à l'étage astien ou du pliocène supérieur. En effet, par exemple, sur 137 espèces de fossiles à peu près que donne le catalogue de M. Eugène Sismonda, qui est un des plus complets pour le terrain spécial de Tortone, on trouve qu'il y en a : 1° d'exclusivement propres à cette localité, 67, dans lesquels sont compris 7 polyptères caractéristiques, 3 acéphales et 57 univalves, parmi lesquelles il y a 7 ou 8 espèces de coquilles d'eau douce provenant des couches alternantes fluviales et marines ; 2° 28 espèces pour le moins, communes à cet étage tortonien et à l'Astésan ; 3° 23 communes au Tortonais et au terrain miocène de la colline de Turin ; 4° enfin 23 communes

au miocène, au tortonien et à l'Astésan; d'où il résulte, d'après ces nombres, qu'il semble se relier plus au pliocène qu'au miocène, même en considérant la simple partie inférieure et locale de ces couches tortoniennes, et sans y joindre les masses de terrain qui se trouvent dans le Plaisantin et qui, par leur liaison avec lui et par les fossiles qu'on y trouve et qui se rapprochent toujours plus de ceux du pliocène supérieur, viennent confirmer le rapprochement que je fais de l'étage tortonien avec la base du pliocène, dont on ne saurait le séparer pour le réunir de préférence avec le miocène.

Quant au sub-étage plaisantin, qui a été indiqué par M. Mayer et que je tiens à conserver, mais comme une simple subdivision de l'étage tortonien, je pense qu'il en forme la subdivision supérieure, mais qu'il est intimement lié avec lui, car un grand nombre de coquilles qu'on trouve à Castellarcuato se trouvent aussi dans les collines de Tortone; et dans ces environs de Castellarcuato à Bacedasco, où il y a aussi le représentant exact de la partie inférieure de l'étage tortonien, celles où sont de nombreuses *Turbinolia* et *Stephanophyllia*, on voit que cette partie inférieure du tortonien fait passage et se lie aux bancs caractéristiques de l'étage plaisantin, composés, comme je l'ai dit plus haut, particulièrement de marnes bleues, qu'on voit le long de l'Arda, entre Castellarcuato et Lugagnano, bancs qui ont une très-grande puissance et qui s'élèvent à Monte-Gioco à l'altitude de 451 mètres. Or, dans ce sub-étage plaisantin, le nombre de coquilles qui lui sont communes avec le terrain pliocène supérieur ou de l'Astésan va toujours en augmentant, et, comme il est inséparable du tortonien, les motifs de faire de cet étage complet une division du pliocène augmente en raison du plus grand nombre de fossiles communs qu'on y trouve.

Le nombre des univalves que j'ai pu constater comme étant communes au sub-étage plaisantin et au véritable tortonien, observé dans les collines qui sont au sud de cette ville, vers Santa-Agata et San-Alosio, serait au moins de 37; quant aux bivalves, elles paraissent être en moindre proportion, car dans les environs de Tortone, c'est-à-dire à San-Agato, on n'en a recueilli qu'un bien petit nombre, et ce sont particulièrement des Nucules, des *Arca*, quelques *Cardium* et *Pecten*, tandis que dans les couches de Castellarcuato elles sont assez nombreuses.

Ce nombre de coquilles communes ne serait pas à la vérité très-nombreux; mais, si au lieu de se restreindre à la localité précise de Santa-Agata et de San-Alosio, on voulait, dans le catalogue de

M. Sismonda, regarder comme provenant de l'étage tortonien les coquilles dont l'habitat est indiqué par le mot générique Piémont, on trouverait que le nombre des espèces communes est bien plus considérable ; et ce nombre deviendrait encore bien plus considérable, si d'un autre côté on réunissait aussi aux fossiles de Castellarcuato ceux indiqués dans le catalogue de Bronn, comme provenant des couches de Bacedasco et de Tabiano, bancs qui ont des caractères qui les rapprochent plus particulièrement du véritable tortonien ou de la partie inférieure de l'étage complexe du tortonien et du plaisantin.

Quant au nombre des coquilles que les catalogues plus nombreux, tels que celui de Bronn, donnent comme communes aux terrains du Plaisantin et à l'Astésan, elles dépassent le nombre de 177. Mais il est très-probable qu'elles n'appartiennent pas toutes au véritable sub-étage plaisantin et tortonien et qu'une partie d'entre elles provient seulement des couches supérieures de Castellarcuato, de celles qui sont vers les hauteurs de Monte-Pulgnasco et Diolo, où tout porte à croire que les sables grisâtres et les sables jaunes qu'on y trouve correspondent plutôt aux sables supérieurs de l'Astésan, tandis que les coquilles qui appartiennent au sub-étage plaisantin, lié avec le tortonien, ne seraient à proprement parler que celles qui se trouveraient dans et au-dessous du remarquable banc calcaire, qui du bourg même de Castellarcuato va s'élevant au Monte-Gioco, au-dessus de Lugagnano, et dans quelques couches aussi qui lui sont immédiatement supérieures et qu'on ne peut séparer de lui.

Ce banc calcaire, qui peut servir d'horizon pour marquer la limite supérieure du sub-étage plaisantin et qui se présente non-seulement à Castellarcuato, mais aussi en beaucoup d'endroits des collines du Monferrat et dans celles de Tortone, est caractérisé par la présence de nombreux Peignes, particulièrement, comme nous l'avons indiqué, par le *Pecten dubius*, par quelques Huitres et par la fréquence de la *Terebratula ampulla*, Brocc. C'est ce calcaire qui dans les environs de Tortone, vers Costa et Castellenia, couronne les crêtes des collines au-dessus du terrain gypseux. C'est lui qui à Moncalvo, dans le Monferrat, d'où il se prolonge à l'O. vers Craviglio et à l'E. vers Grassano, recouvre les marnes et le gypse de cette localité et paraît établir une séparation entre l'étage plaisantin et l'étage astien qui lui est supérieur et qui fait indubitablement partie du pliocène. Près de ce pays de Grassano on a trouvé dans ce calcaire, ou, pour mieux dire, dans ce sable calcaire agglutiné, outre la *Terebratula ampulla*, d'autres Térébra-

rales assez remarquables, telles que *T. bipartita*, *T. caput serpentis*, un *Spatangue* et de nombreux petits *Peignes*.

Mais après cette digression sur le banc calcaire que nous croyons pouvoir servir de limite supérieure à l'étage plaisantin, si nous revenons à l'examen de la proportion des fossiles communs à cet étage et à l'astien, même déduction faite de certain nombre de coquilles, qui probablement appartiennent exclusivement aux bancs supérieurs à ce calcaire, cette proportion est encore assez forte pour soutenir l'opinion que l'étage complexe tortonien et plaisantin fait bien partie du terrain pliocène, plutôt que du miocène.

A la vérité, les conclusions que nous avons tirées précédemment de l'examen des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn seraient un peu infirmées si on partait du catalogue ou mémoire de M. Michelotti, intitulé *Faune miocène de la haute Italie*, où les proportions entre les espèces exclusives, celles communes à l'Astésan et au tortonien, celles communes au tortonien et au miocène de Turin, celles enfin communes aux trois étages sont un peu différentes, et duquel il paraîtrait que les coquilles communes à l'Astésan et au tortonien sont en bien moins grand nombre que celles qui résultent du catalogue de M. Sismonda et de celui de M. Bronn. En effet, sur 205 espèces d'invertébrés que M. Michelotti indique avoir trouvées à Tortone, il paraît qu'il y en a 120 exclusivement propres à cette localité en Italie, et qui en conséquence ne peuvent entrer en ligne de compte pour former la balance, qu'il y en a 14 communes aux trois subdivisions, la colline de Turin, Tortone et Asti, qu'il y en a 54 communes à Tortone et à Turin et 17 seulement de communes à Asti et à Tortone. Mais outre qu'on peut avoir des doutes si on a toujours marqué les espèces communes au tortonien et à l'Astésan (car on trouve souvent dans ce catalogue à côté de *l'habitat Tortone*, des etc.), il est certain que la comparaison des fossiles du tortonien avec ceux qui sont près d'Asti a été faite dans ce catalogue plus particulièrement par rapport aux sables jaunes supérieurs de l'Astésan et qu'on s'est moins occupé des fossiles qui sont dans les marnes, tandis qu'à Tortone ce sont des fossiles des marnes qu'on a plus spécialement examinés, d'où il résulte qu'il est très-probable que si on avait considéré aussi comme *astiens* les fossiles des marnes bleues inférieures immédiatement aux sables jaunes de ces mêmes environs d'Asti qui appartiennent bien à la même subdivision du pliocène, il y aurait une bien plus forte proportion d'invertébrés communs à l'étage complexe tortonien et plaisantin et à l'astien;

que celle qui apparaît du catalogue de M. Michelotti, et qu'ainsi les conclusions déduites du catalogue de ce savant ne viennent pas tout à fait à contredire celles que nous avons tirées des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn. Je penche en outre à croire qu'en grande partie ce n'est qu'en apparence que ces conclusions se contredisent, parce que dans les coquilles du Tortonais indiquées par M. Michelotti il est facile qu'il y en ait un certain nombre provenant des localités de *Bavatore*, *Vargo*, *Stazzano*, qui ne sont pas loin des localités où ce naturaliste a fait ses récoltes, mais qui sont encore situées sur le terrain miocène supérieur ou serravallien, où il est certain qu'il y a un bien plus grand nombre de fossiles communs avec le miocène de la colline de Turin, ce qui fait qu'on peut avoir quelques doutes sur le résultat final des comparaisons tirées du catalogue de ce naturaliste et qui contredisent celles tirées des catalogues de M. Sismonda et de M. Bronn.

Du reste, outre les considérations paléontologiques que nous avons fait valoir pour séparer l'étage complexe tortonien et plaisantin du serravallien, dernier terme miocène, on peut aussi s'appuyer sur des considérations stratigraphiques et plus encore sur des considérations déduites des changements qui paraissent survenus dans la nature et la disposition physique des fonds dans lesquels le nouveau terrain est venu à se déposer, considérations qu'en partie nous avons déjà fait valoir.

En effet, comme nous l'avons déjà noté, les couches de ce terrain tortonien sont bien moins inclinées que celles du serravallien, et il y a déjà un changement de nature qui les approche incontestablement des marnes pliocènes. De plus, les dernières couches du serravallien, ou miocène supérieur, sont des sables absolument de rivage avec nombreux détritiques de coquilles, polypiers, échinodermes, tandis que les premières couches du tortonien sont des marnes et mollasses fines indiquant un fond de mer un peu plus profond. On y voit aussi des polypiers, mais ils semblent d'une nature différente, car on pourrait dire que le tortonien est l'étage où principalement se montrent les *Turbinolia*, les *Flabellum*, les *Stephanophyllia*, polypiers isolés, tandis que dans le miocène ce sont des polypiers agglomérés qui prédominent. Les marnes et mollasses d'une mer un peu profonde changent peu à peu de nature à cause d'un nouveau rehaussement et deviennent des sables et des cailloux d'une plage sur laquelle s'épanchent des petits torrents qui y déposent les coquilles d'eau douce et les Phylites qu'on rencontre avec les gypses et les marnes qui alternent

avec eux et les sables qui les recouvrent. Cet ensemble de phénomènes et de changements indique, après le dépôt du serravallien, d'abord un abaissement du fond de la mer et puis un successif relèvement du même jusqu'à donner des couches formées sur ses bords, mais par des dépôts d'eau douce, ensemble de faits qui peut justifier la séparation de la période dans laquelle ils ont eu lieu de celle après laquelle ils ont commencé, d'autant plus que la flore que nous retrouvons dans les couches gypseuses de cet étage est différente de celle retrouvée dans les mollasses de la base du miocène, indiquant un climat déjà un peu moins chaud, comme la faune aussi de cet étage commence à indiquer une faune d'un climat différent de celle du miocène incontestable, ce qui avec toutes les considérations précédemment développées vient à l'appui de la thèse d'abord soutenue que l'étage complexe tortonien et plaisantin doit être séparé du serravallien ou du miocène supérieur et placé de préférence à la base du terrain pliocène, dont il formerait la partie inférieure. Ainsi, de la même manière que l'étage bormidien avec ses lignites et ses polypiers et sa flore particulière, commence inférieurement le miocène, de même l'étage tortonien et plaisantin, avec ses polypiers isolés, ses couches gypseuses avec Phyllites, ses bancs de lignite avec coquilles d'eau douce ou d'estuaire, avec ses marnes à coquilles nombreuses, telles que *Fusus*, *Pleurotomus*, *Columbella*, *Thiara*, avec ses Balénoptères et ses Dauphins, commence le pliocène dont il forme la base.

Après avoir déterminé le plus précisément possible la position géologique des remarquables couches fossilifères de Tortone et du Plaisantin, il me reste à voir quelles sont, dans d'autres parties de l'Apennin et ailleurs, les couches qu'on peut rapporter à cet horizon ; et d'abord je crois qu'on a des exemples de cet étage dans plusieurs des collines qui se trouvent près des bords de Tabbiano, celles qui sont composées de marnes et mollasses identiques avec celles de San-Agato, et l'on trouve un grand nombre des mêmes polypiers, entre autres *Stephanophyllia elegans*, *Flabellum avicula*, *Turbinolia multiserialis*, et où l'on trouve la remarquable *Marginella avis caprina* de Guidotti. De Tabbiano ces marnes, avec quelques paquets de cailloux roulés, continuent vers Amiano, où il y a de remarquables sources de pétrole et où j'ai retrouvé la *Chama arictina* de Brocchi, et de là passent à Saint-André du Taro, où il y a un certain nombre de coquilles identiques avec celles du Tortonais et du Plaisantin. Elles se montrent aussi sur la droite du Taro, vers les vallées de la Parona et de l'Enza, mais je ne les ai pas encore visitées moi-même. Une

localité remarquable, où ce terrain se montre ensuite avec ses alternances de couches fluviatiles et marines, est dans la vallée du Tresinaro, localité dont j'ai fait mention dans une note sur plusieurs coupes de l'Apennin publiée dans le volume XIX du *Bulletin* de la Société. Dans cette localité de San-Valentino on a, au-dessus de mollasses bien constatées comme appartenant au miocène, de grandes masses de marnes bleuâtres, parfois un peu sableuses, au milieu desquelles alternent plusieurs bancs de marne plus blanchâtre et onctueuse, avec quelques cailloux roulés; dans ces bancs on voit des *Neritines* au moins de deux espèces, probablement la *Neritina pisum*, Bonelli, et la *Neritina fluviatilis*? les mêmes qui se trouvent à San-Agato, des *Mélanies*, comme la *Melania stricta*, Brocc., et la *Melania semiplicata*, Bonelli, et des *Melanopsis*, la *Melanopsis buccinoidea*, assez rare, et plus fréquemment une *Melanopsis* qui paraît identique avec la *Melanopsis Martiniana*, excepté qu'elle est un peu plus petite. Avec ces coquilles d'eau douce ou saumâtre il y a des fragments de *Cardium*, qui pourraient appartenir ou au *Cardium rusticum* ou au *Cardium edule*. Par dessus ces marnes il y a à San-Valentino une masse de sables jaunâtres, qui contient un grand nombre des coquilles du Plaisantin ou de Castellarcuato.

Cette zone du terrain tortonien-plaisantin passerait, avec ses gypses, vers Vignola, et de là sur la droite du Panaro et dans les collines qui sont entre la Samoggia et le Lovino. C'est dans ces couches et précisément près de San-Lorenzo, que M. Capellini vient de rencontrer des restes intéressants du *Delphinus Broccii* et d'un Balénoptère, qui se trouve aussi à Castellarcuato dans une position identique et dans des couches tout à fait analogues à celles indiquées par cet auteur pour la localité des environs de Bologne, près de laquelle ville et sur les collines qui s'étendent au sud, entre le Reno et la Savena, il y a des gypses et avec eux supérieurement de nombreuses couches alternantes, comme entre Sabbione et la Pieve del Pino, de marnes et de sables jaunâtres, contenant entre autres coquilles la *Columbella thyara*, Bellardi, *Pleurotoma dimidiata*, Brocc., *P. turricula*, Brocc., *Solarium pseudoperspectivum*, Brocc., *Marginella buccinea*, Br., *Notica helicina*, Br., *Corbula gibba*, coquilles très-fréquentes dans le Plaisantin.

Ce même étage et particulièrement le calcaire à Peignes que nous avons signalé dans les environs de Castellarcuato, après avoir donné indice de son existence par les gypses en un grand nombre d'endroits vers la fin des vallées, entre Bologne et Jauza, se montre en masses assez considérables vers le débouché de la

vallée du Montone, près Castro-Caro, non loin de Forlì ; en effet, non loin et même à côté de ce gros bourg, ce calcaire paraît recouvrir des marnes et il contient de nombreux Peignes, tels que le *Pecten dubius*, ainsi que la *Terebratula ampulla*, caractéristique du calcaire de Castellarcuato, et est recouvert à son tour par d'autres marnes et sables plus récents, comme il arrive aussi entre Forlì et Cesena, où on le traverse sur la grande route même à l'endroit dit *Capo Colle* ou *Monte Spaccato*, et où il est recouvert immédiatement par des marnes bleuâtres contenant de nombreuses coquilles, telles que *Arca antiquata*, Brocc., *Venus rugosa*, Brocc., *Venericardia pectinata*, Brocc., *Rostellaria pes pellicani*, Brocc., *Columbella ? Murex subulatus*, Brocchi, *Natica canrena*, Brocc., *Fusus clavatus*, Brocc., *Trochus miliaris*, Brocc., *Fissurella græca*, *Calyptæa muricata*, Brocc., *Flabellum avicula*, des Dentales et un autre grand nombre de coquilles que je n'ai pas eu le loisir de déterminer.

Mais des localités où, à mon avis, cet étage tortonien se montre avec une très-grande puissance et avec des particularités qui en rendent l'étude très-intéressante, est la région qui s'étend de la rive droite du Savio au fleuve de Cesena, vers la Marecchia et au delà de cette rivière, région dans laquelle sont les montagnes de la Perticara, celles de San-Leo et de San-Marino, qui se présentent sous un aspect assez imposant, quoiqu'elles appartiennent selon moi à cet étage relativement assez récent, et qui sont dignes d'une profonde étude, puisque c'est dans leurs couches inférieures que se trouve cette grande quantité de soufre dont l'abondante exploitation a rendu célèbres tant de localités des environs de Cesena et de Rimini. J'avais cru d'abord, avant de visiter ces localités, que le soufre qu'on y extrait provenait des masses d'*argille scagliose* qu'on rencontre parfois, et même assez fréquemment avec tous les accidents que j'ai indiqués ailleurs, dans le fond de plusieurs de ces vallées et même dans certaines collines assez basses, disposées en formes d'ellipsoïdes allongés qui ont été le centre et la ligne de quelque soulèvement; mais à présent j'ai eu lieu de me convaincre que la plus grande partie du soufre ainsi que la plus grande masse de gypse provient de couches d'une espèce de marne argileuse souvent modifiée en calcaire, qui appartient à ce terrain supérieur, à ces *argille scagliose* et qui présente tous les caractères de l'étage tortonien avec lequel il a une extrême ressemblance, parce que comme lui il est en général composé de marnes et argiles, contient des bancs de gypse, montre de nombreuses alternances de couches fluvia-

tiles et marines avec lignites et est surmonté des mêmes poudingues et sables qui, dans les pays d'Alba comme à la Morre, dans les pays de Tortone et de Voghera comme à San-Alosio Godiasco et Stassano, recouvrent et en partie alternent avec la formation gypseuse, qui contient dans plusieurs de ces localités aussi des traces de soufre.

La localité la plus remarquable pour observer ces alternances de bancs avec coquilles marines et d'eau douce est celle de Sogliano, où on a tenté l'exploitation de quelques bans de lignites. Dans le fond de la vallée qui est à l'ouest de ce bourg, et qui se dispute avec celle qui est à l'est (la vallée de l'*Uso*) la gloire d'être l'ancien *Rubicon*, existent quelques traces, cependant douteuses, d'*argille scagliose*, et au-dessus commencent des marnes argileuses grisâtres avec des paquets de gypse et des traces de strontiane sulfatée, puis au-dessus viennent des sables plus ou moins agglutinés et ensuite des marnes dans lesquelles sont de nombreux Cérîtes, *Cerithium sulcatum*, Desh., *C. marginatum*, Desh., *C. vulgatum*, coquilles du tortonien, et que j'ai vu accompagner aussi le banc de lignites qui se trouve au château de Causelle près de Montpellier; ensuite viennent plusieurs alternances de sables et de poudingue à petits grains avec des lits de lignite; quelques Cérîtes comme le *sulcatum* se trouvent, surtout à l'endroit dit le Capanaccio, dans le lignite même avec quelques Huîtres; mais les dépouilles les plus nombreuses sont celles des *Melanopsis*, entre autres *Melanopsis carinata*?, des *Dreissena* ou des *Mytilus*, des *Unio* ou *Anodonta*; il y a quelques Paludines et Néritines peu déterminables et j'y ai trouvé la *Melania nitida*, Lamk; en outre ces lignites et de plus les marnes bitumineuses qui leur servent de lit et de toit sont recouverts de nombreuses empreintes de coquilles peu déterminables, mais que je pencherais presque à croire être des Planorbes; j'y ai même vu quelques empreintes qu'on soupçonnerait provenir d'un *Ancylus*. Au-dessus de ces alternances de sables, poudingues et lignites qui au Capanaccio présentent entre autres deux bancs d'une certaine puissance qu'on a tenté d'exploiter, vient une masse assez considérable d'argile marneuse grisâtre avec quelques coquilles marines, laquelle est surmontée dans le pays même de Sogliano d'une puissante masse de sables endurcis, jaunâtres, calcaires, formant une espèce de mollasse calcaire qu'on exploite pour les constructions. Cette mollasse comprend de nombreuses empreintes de coquilles marines; j'y ai vu la *Pyrula ficoides*, Brocc., la *Perna mazillata*, une *Panopæa* qui s'approche de la *Panopæa Foujasii*, un *Cardium*,

probablement le *C. oblongum*, Brocc., et un grand nombre d'autres coquilles qui appartiennent au terrain pliocène; avec elles il y a le *Schizaster canaliferus*, Eug. Sismonda, et de nombreuses dents de poissons. J'y ai ramassé des dents que je rapporte au *Sphaerodus cinctus*, Ag., et d'autres qui se rapprochent beaucoup du *Lamna cuspidata* du même auteur. Il y a aussi dans cette mollasse de nombreuses empreintes de Phyllites analogues à celles qui accompagnent le gypse du pays de Sinigaglia et entre autres le *Celastrus Pardinus*, Massalongo, le *Juglans Ginanii* du même auteur. Cette masse de sable calcaire durci qui couronne au château de Sogliano, qu'on nomme le Masso, la formation argilo-gypseuse appartenant à l'étage tortonien se reproduit en beaucoup d'endroits (prenant bien des fois aussi l'aspect d'un poudingue à éléments de moyenne grosseur) de la région qui est entre le Savio, la Marecchia et le Conca; c'est elle qui constitue les pittoresques montagnes de Belvédère et de Scorticata, celles de la Perticare, de San-Leo, de San-Marino, cette dernière haute de 767 mètres au-dessus du niveau de la mer. Partout elle présente de nombreuses et puissantes couches de sables durcis, réunis avec des poudingues, et partout elle recouvre de puissantes assises d'argiles et de marnes argileuses, de calcaire imprégné de soufre, de gypse; généralement marine, puisqu'elle contient des coquilles marines, des dents de Squales et que beaucoup des cailloux calcaires des poudingues qui s'y rencontrent sont perforés par les vers lithophages, elle termine une suite d'alternances de marnes, de sables et d'argiles dont une partie s'est déposée dans la mer et une autre dans une eau saumâtre ou même dans l'eau douce, car par exemple à la minière de soufre de Montevecchio le calcaire imprégné de ce minéral est accompagné de couches de gypse et d'une marne pètrie de *Cypris*, et par-dessus il y a de nouveau de puissantes assises de marnes à coquilles marines, de sables avec traces de lignites, alternances qui se reproduisent beaucoup de fois et qu'on peut observer sur la route de Sogliano à Perticara, passant par Strigara, Montegelli, Rontagnano, le long de laquelle route on voit des couches de ces marnes et de ces sables successivement plus récents immerger vers le S. O., c'est-à-dire vers la chaîne centrale de l'Apennin jusque sous le grand massif des Monti Gransasso et Monte Pincio qui sont au dessus du village de la Perticara, au dessous duquel se fait un changement d'inclinaison dans les couches, puisque les bancs de gypse, de marnes et de calcaire imprégné de soufre qui constituent la partie inférieure de la formation inclinent ici vers le N. E., c'est-à-dire qu'ils s'appuient aux montagnes qui sont

vers la chaîne centrale, laissant presque croire que le banc de calcaire imprégné de soufre qu'on exploite à Montevecchio et à Formignano incliné au S.-O. est le même que celui de Perticara et de Marazzano incliné au N.-E., et que ce banc, ployé en forme de fond de bateau, a été reconvert par la grande masse de marnes, de gypses, de sables qu'on traverse en venant de Montevecchio à la Perticara, disposition des couches très-fréquente dans toute cette région, où en général les bancs plus anciens de la formation se redressent présentant leurs têtes vers l'Adriatique pour s'incliner d'abord vers la chaîne centrale et se relever ensuite s'appuyant sur celle-ci, de manière que la partie la plus récente de la formation se trouve en général assez éloignée de la côte et presque à un tiers de distance entre celle-ci et le faite de la chaîne centrale. C'est ainsi qu'à San-Marino le massif des sables endurcis qui forme la montagne abrupte, au sommet de laquelle est la ville, présente ses escarpements vers l'Adriatique et l'inclinaison de ses couches vers la chaîne centrale. En effet, si l'on va visiter cette ville en partant de Rimini, c'est-à-dire de l'Adriatique, après avoir quitté les terrains pliocènes récents qui recouvrent les plus belles collines, on traverse des couches de marnes gypseuses avec quelques bancs de calcaire imprégné de soufre, qu'on a tenté d'exploiter à Faetano et à Mongiardino, sur leur prolongation, et arrivant au *Borgo* on voit devant soi la muraille escarpée au sommet de laquelle sont les trois tours de la ville, située sur le versant occidental de cette montagne; les marnes et argiles plongent sous cette montagne composée de couches très-inclinées vers le S.-O., de poudingue, de calcaire et de sables endurcis caractérisés par un grand nombre de fossiles trouvés au Masso de Sogliano, tels que des dents de *Lamna cuspidata*, Agass., de *Sphaerodus cinctus*, Ag., *Oxyrhina xiphodon*, Agass., des *Pecten* et une grande Térébratule qui, quoique ayant deux plis plus marqués qu'à l'ordinaire, pourrait bien n'être qu'une variété de la *Terebratula ampulla*, Broce.

Que si au contraire on veut aborder la ville du côté du S.-O., c'est-à-dire en venant de San-Leo, on y arrive par des pentes beaucoup plus douces, parce qu'on chemine sur les plans des couches inclinées dans le sens du S.-O. et on retrouve les couches supérieures à un niveau beaucoup plus bas que du côté du N.-E. Dans le fond du ravin, qui coule au pied de la montagne et qui va se jeter dans la Marecchia, on a des marnes et des argiles qui correspondent probablement à celles vues près du Borgo, puis il y a un gros massif, probablement tombé d'en haut, de poudingue et de mollasse, et à côté on retrouve une marne bleuâtre qui paraît bien

la marne subapennine et où j'ai trouvé le *Buccinum corniculum*, Brocc., et des traces d'autres coquilles qui rappellent les marnes du tortonien et du plaisantin et par-dessus un grand banc de poudingue à cailloux parfois percés par les vers lithophages qui rappelle parfaitement les poudingues supérieurs ou alternant avec la formation gypseuse du Tortonais, puis enfin la masse de sables calcaires agglomérés avec dents de Squales, etc., qui forme le haut de la montagne sur laquelle est bâtie la ville et qui fournit une excellente pierre de taille. Partout dans cette région, soit à San-Leo, soit à la Rocca, dans le bas on a les marnes gypseuses et en haut cette masse de poudingue et de sables durcis, parfois changés en un véritable calcaire. Je n'ai pas encore visité les régions qui s'étendent au sud du pays en question vers Fano et Sinigaglia, mais par ce qui en a été dit par M. Scarabelli et par M. Massolongo et autres géologues, je suis persuadé que les terrains qui y constituent la formation gypseuse sont identiques avec ceux que je viens de décrire et qu'ils appartiennent à cette grande zone du terrain tortonien et plaisantin qu'on peut tracer sur le versant N. de l'Apennin, à commencer des environs de Mondovi jusque et beaucoup plus loin que le pays d'Ancona et qui forme pour moi la partie inférieure du terrain pliocène.

Mais si ce remarquable étage est grandement représenté sur le versant N. de la chaîne qui forme l'épine dorsale de la Péninsule, il ne laisse pas d'être représenté sur le versant méridional de la même chaîne et sur d'autres points du pourtour de la Méditerranée ; et pour me borner d'abord à ce qui regarde l'Italie, je crois qu'il faut rapporter à cet horizon les fréquents lambeaux du terrain tertiaire récent qu'on trouve à presque tous les débouchés des vallées un peu plus considérables qui descendent en Ligurie des Apennins dans la Méditerranée, à commencer des environs de Vintimille, c'est-à-dire de l'embouchure de la Roja jusqu'àuprès de Gènes. Partout les lambeaux de marnes surmontées parfois de sables agglutinés, de poudingue ou *panchina*, d'une espèce de calcaire grossier, contiennent une faune remarquable, qui les approche tout à fait de l'étage complexe tortonien et plaisantin. Le bassin d'Albenga entre autres en est un des plus remarquables et des plus étendus ; là, au-dessus des marnes pétries de nombreuses coquilles, dont le catalogue presque complet a été jadis donné par feu le professeur Sassi dans le *Giornale Ligustico*, se développent des bancs de sables calcaires agglutinés, de calcaires grossiers et de poudingue, qui ont une très-grande puissance et qui contiennent, les sables et les calcaires particulièrement, les mêmes

Peignes et la même *Terebratula ampulla* si caractéristique du calcaire à structure grossière qui recouvre les marnes à Castellarcuato et à Moncalvo. De là ce calcaire couronne un plateau élevé de plus de 220 mètres, qui s'étend des environs de Finale au cap Noli. Ici les marnes sont réduites à peu de chose, mais par contre le calcaire, qui parfois est substitué par un poudingue, acquiert une puissance considérable, et il repose en couches presque horizontales, sur les têtes de couches verticales d'un calcaire noirâtre appartenant au lias ou même peut-être à une formation encore plus ancienne. Ce calcaire tertiaire est rempli de Peignes; il est d'une couleur jaune rougeâtre qui donne une teinte chaude et monumentale aux édifices où il est employé comme pierre de taille (portes *della Pila* et *della Lanterna*, à Gênes). Il contient aussi quelques Huitres, des dents de Squalé, et j'y ai vu des traces d'ossements, probablement de Lamantin, comme on en voit dans certains calcaires grossiers ou sables agglutinés des environs de Montpellier qui recouvrent des marnes avec quelques traces de lignites accompagnées des mêmes Cérites que nous avons vues avec les lignites de Sogliano et qu'on retrouve aussi dans les marnes du tortonien, à Santa-Agata et à Sardigliano, près Tortone. Ces restes de la famille des *Sirenoïdes*, trouvés à Montpellier, se retrouvent aussi à Bologne dans les mêmes bancs qui sont sur les couches à Balénoptères et à Dauphins, comme à Castellarcuato. Ces ossements paraissent appartenir au genre *Halytherium*.

Plus vers Gênes, les bassins de *Savone*, d'*Arenzano*, de *Sestri*, de *Gênes*, d'*Albaro*, contiennent beaucoup des fossiles du Plaisantin et sont bien décidément pliocènes, quoique sur la carte de M. Sismonda ils aient été coloriés comme miocènes; il n'y a que la montagne de Portofino, un petit lambeau vers Lerca et Serboasco, près d'Arenzano, et une couche inférieure de poudingue près Albaro, qu'on puisse caractériser comme miocènes. Le reste est pliocène inférieur ou moyen, c'est-à-dire tortonien et plaisantin; à Albaro, outre le *Pecten pleuronectes*, si fréquent dans les marnes de cette époque, il y a plusieurs Térébratules, *Terebratula quadrata*, Riss., *T. truncata*, Riss., *T. soldaniana*, Riss., qui feraient presque rajeunir cet intéressant lambeau de terrain tertiaire, qui est le dernier de cette époque en Ligurie; puisqu'à l'E. de Gênes, ce n'est que lorsqu'on arrive aux limites de la Toscane et à la vallée de l'Arno qu'on peut signaler la présence des terrains pliocènes marins. Il est à remarquer que la formation gypseuse, si fréquente dans les terrains tertiaires pliocènes du versant nord de l'Apennin, ne se montre pas sur son versant

méridional et que c'est en Toscane, où ces terrains atteignent un plus grand développement, qu'il faut aller la chercher.

Dans les vallées du Fino, près Castellino, commencent les formations gypseuses, et elles présentent beaucoup d'analogie par certains fossiles d'eau douce qui les accompagnent, comme les *Cypris*, avec les gypses des Romagnes et avec ceux du Tortonais; plus loin, c'est dans le pays de Volterra que cette formation se développe à peu près avec les mêmes caractères, et près de cette ville elle est recouverte d'abord par une grande masse de marnes avec coquilles du Plaisantin, et supérieurement par des sables agglutinés, par des poudingues ou *panchina* et par des espèces de calcaires qui couronnent à la hauteur de près de 580 mètres la sommité de la colline sur laquelle est la ville et ressemblent tout à fait par leur structure et par certains fossiles aux sables agglutinés et aux calcaires qui couronnent, dans les Romagnes, la formation gypseuse, et à Castellarcuato, à Finole, les marnes du Plaisantin. Ces menus calcaires et sables agglutinés sont aussi très-remarquables près de Montajone, entre la vallée de l'Évola et de l'Orto, et à la hauteur de 370 mètres, où de nombreuses Phyllites qu'on y a découvertes présentent, outre les coquilles, un rapprochement de plus avec les sables agglutinés du *Masso de Sogliano*, et entre la flore de cette localité de Montajone et la flore des terrains de Sinigaglia, qui sont bien les terrains gypseux de l'étage tortonien.

Quoiqu'il y ait une différence assez marquée, dans l'état actuel de nos connaissances, entre cette flore de Montajone et la flore d'un autre terrain très-intéressant qui se trouve aux environs de Sienne et qui est très-remarquable à cause des alternances multipliées de couches marines et de couches fluviales, je penche cependant à ranger ce dernier aussi, quoique avec un certain doute, dans l'étage tortonien et plaisantin : je veux parler de l'ensemble de marnes, de sables, de poudingues qu'on voit dans la vallée du Bozzone, près de Sienne, et dans les collines mêmes qui supportent cette ville. La flore de cette localité a été décrite par M. le marquis Strozzi et par M. Gaudin, ainsi que celle de Montajone. Et quoique, sur les 11 espèces de la première localité et les 26 de la seconde, c'est-à-dire de Montajone, il n'y ait guère que 3 espèces communes, cependant, comme en les comparant à une autre flore très-remarquable, mais hors d'Italie, à la fameuse flore d'Oeningen, il y a pour celle de Montajone 11 espèces communes et 8 pour celle de Sienne et du Bozzone, je pense qu'au moins il y a une certaine analogie entre ces flores et qu'on est en droit de les regarder comme appartenant à la même période ;

c'est pour cela que je placerais les couches du Bozzone, alternatives de bancs à coquilles marines ou d'eaux saumâtres et de bancs à coquilles fluviatiles, dans l'étage tortonien et plaisantin, ainsi que j'y placerais inférieurement la grande masse de marnes marines qui forme les *crete Sanesi*, et supérieurement, sinon parallèlement, les couches marino-fluviatiles, qui sont sous la ville de Sienne, car je pense qu'elles ne sont que de bien peu supérieures à celles du Bozzone.

On sait que les *crete Sanesi* sont, en certains endroits, très-riches en coquilles ; de celles-ci un assez grand nombre, au moins près d'une centaine d'espèces, d'après l'ouvrage de Brocchi, sont communes avec les terrains des environs de Plaisance ; on peut donc avec raison les ranger dans le sub-étage plaisantin. Or, ces marnes argileuses ou *crete Sanesi*, dénuées à leur sommet de toute autre formation ou terrain, lorsqu'on va vers la ville de Sienne, soit en venant par la route de Rome, soit par celle d'Arezzo, commencent à se recouvrir de certaines couches un peu plus sableuses et diversement colorées, lorsqu'on approche de cette ville et de la vallée de l'Arbio (presque en le remontant et passant de couches plus anciennes à celles plus modernes), et c'est après avoir quitté la masse principale et pour ainsi dire fondamentale de ces marnes marines qu'on commence à retrouver des couches de sables et de poudingues alternantes avec des marnes d'eau douce et lignites et, quelques marnes d'origine marine où ont été recueillies (dans le vallon du Bozzone) les plantes décrites par M. Gaudin et par M. le marquis Strozzi, dont un certain nombre sont communes avec la flore d'Oeningen ; or, la liaison de ces couches de sables et marnes alternantes fluvio-marines avec la masse principale des marnes marines est telle qu'on ne pourrait les séparer et en faire deux étages ou horizons distincts, et c'est pour cela que je crois qu'il faut ranger le tout dans le sub-étage plaisantin et non faire remonter ces couches dans une époque plus récente, c'est à-dire dans l'étage astien. Mais si les couches du Bozzone appartiennent à cet étage plaisantin, il faut en dire autant des couches de marnes, de poudingue, de sables, soit marines, soit fluviatiles, qui par leurs alternances multipliées concourent à former la colline sur laquelle est située la ville même de Sienne ; car il paraît que les couches du Bozzone se reproduisent presque identiques dans les parties inférieures de la colline de Sienne et que seulement ici on a pu constater un plus grand nombre d'alternances, parce qu'il y a une coupe plus complète et que la colline est plus élevée. On peut se convaincre du parallélisme des couches du Bozzone avec celles.

situées inférieurement à Sienne en parcourant la route *Chiantigiana*, où en sortant de la ville on trouve toujours dans le bas des trois ravins le *fosso di Malizia*, le *fosso di Bolgione*, le *Bozzone*, les mêmes marnes marines et les alternances fluvio-marines; ces mêmes alternances, au-dessus des marnes marines qui sont près de la porte de Fonte Branda, se retrouvent encore très-marquées dans le ravin qui vient se réunir ou former la *Tressa* en partant des *Lavatoj*, qui sont au-dessous de la *porta di Canzollia*. Je ne m'entendrai pas sûrement à donner les détails de ces coupes, puisqu'après celles qui ont été données ailleurs par M. G. de Mortillet, par M. Capellini et par moi, ce ne serait guère qu'une répétition, et je ne pourrais ajouter que des particularités servant à prouver que les alternances des couches fluviales et marines sont bien plus nombreuses encore qu'on ne le croyait, ce qui ne servirait qu'à démontrer les fréquentes oscillations de niveau sur les bords de la mer, qui occupait alors le pays où sont les *crete Sanesi*, bassin qui devait être bordé alors comme à présent par les montagnes éocènes du Chianti et par les montagnes secondaires du monte Maggio, l'emplacement où se trouve à présent la ville de Sienne ne devant pas être très-loin des bords du bassin, dont le milieu et la partie la plus profonde devait se trouver vers les points où sont plus développées les grandes masses de marnes argileuses ou *mattajone*, qui constituent les *crete Sanesi*.

Du reste je ne me suis un peu étendu sur la description de ces environs de Sienne que pour prouver qu'il y a une très-grande analogie entre ces terrains fluvio-marins et ceux du Tortonais et du pays de Cesena, et qu'ainsi on a un certain droit de le placer dans l'étage complexe du tortonien et du plaisantin. Cela en effet est rendu très-probable, non-seulement par la comparaison de la faune, mais aussi par celle des flores de différentes de ces localités, car un bon nombre de plantes fossiles du Bozzone et du Montajone se retrouvent à Sinigaglia, et Sinigaglia contient beaucoup des plantes fossiles de Stradella et de Guarene qui appartiennent bien à la formation gypseuse du tortonien et qui seulement paraissent être placées un peu inférieurement, mais toujours dans le même étage tortonien plaisantin que les sables alternants avec marnes des environs de Sienne.

La comparaison des flores entre elles nous conduirait aussi, si les plantes recueillies étaient en plus grand nombre, à classer sans aucun doute dans ce même étage la partie inférieure des couches lacustres qui ont rempli le bassin du val d'Arno supérieur, séparé seulement du golfe marin de Sienne et des plages sablon-

neuses alternativement couvertes par les eaux de la mer et par des eaux douces ou saumâtres, par la chaîne de macigno éocène du Chiarti, sur laquelle devaient vivre les plantes dont les feuilles étaient entraînées soit d'un côté vers le lac du val d'Arno, soit de l'autre dans le golfe de Sienne. Mais, quoique ces plantes ne soient pas en très-grand nombre, cependant elles peuvent rendre très-probable le rapprochement des argiles bleues et des *argiles brûlées* lacustres qui occupent la partie inférieure du bassin, avec les couches du Bozzone, et plus avec les couches de Sinigaglia, qui présentent un très-grand nombre de feuilles identiques avec celles du val d'Arno.

Un autre bassin lacustre assez remarquable, qui paraît avoir quelque analogie avec celui du val d'Arno supérieur, se présente dans la vallée de la Magra, supérieurement aux gorges de Santo-Stefano; mais, quoiqu'on puisse hasarder quelque conjecture sur la position géologique de ses couches inférieures qui sont identiquement composées comme celles du val d'Arno, c'est-à-dire d'argiles bleuâtres avec coquilles d'eau douce et terrestres et avec lignites, recouvertes ensuite par des cailloux roulés ou poudingues avec ossements qui paraissent plus récents, cependant on ne peut rien dire de bien précis à leur égard; je soupçonnerais néanmoins que ces couches inférieures sont parallèles à celles inférieures du val d'Arno, c'est-à-dire de l'époque pliocène inférieure, tandis que les cailloux roulés et les couches à ossements d'*Olivola* pourraient être parallèles aux couches moyennes et supérieures de ce même val d'Arno, tandis que les couches lacustres avec lignites du val di Magra inférieur, c'est-à-dire de Sarzanello, de San-Lazzaro, de Caniparola, séparées par les gorges de San-Stefano, du bassin d'Aulla et d'Olivola ou du Val di Magra supérieur, appartiennent, comme je l'ai dit ailleurs, au miocène et très-probablement au miocène inférieur ou étage bormidien.

Je ne pousserai pas plus loin l'examen des terrains qu'on pourrait rapporter à cette époque du tortonien, quoiqu'il soit très-probable qu'on pourrait établir avec de nombreuses localités du pourtour de la Méditerranée, où se montrent des terrains marins tertiaires, des rapprochements tendant à prouver qu'ils appartiennent à l'étage tortonien et plaisantin. Je le croirais par exemple pour plusieurs lambeaux des environs de Montpellier, pour ceux de Nefiac et de Banyuls, dans les Basses-Pyrénées, et pour certains terrains des environs de Malaga; mais cela prolongerait trop cette notice; pour la même raison je négligerai

de faire voir que cette zone du tortonien et du plaisantin du versant nord de l'Apennin a des traces correspondantes au pied méridional des Alpes où, au-dessous de l'énorme masse des terrains postérieurs et particulièrement des terrains erratiques, affleurent à Strambino, à Masserano et à Lessona, au val Duggio, à Induno, près Varèse, des marnes argileuses, des poudingues avec fossiles, qui paraissent indiquer qu'on a ici le terrain tortonien ou plaisantin comme on l'a sur l'autre bord de l'ancien golfe aujourd'hui occupé par la vallée du Pô.

Étage astien.

Les doutes qu'on pouvait avoir sur le classement dans le pliocène des couches de Tortone et de Castellarcuato, dont j'ai fait l'étage *tortonien-plaisantin*, ne se présentent plus lorsqu'on se prend à classer une série de couches marno-sableuses, mais plus particulièrement sableuses, qu'on rencontre en descendant l'Apennin et qui occupent la partie la plus basse de la vallée du Tanaro et qui constituent les basses collines qui bordent le cours de cette rivière et de plusieurs de ses petits affluents dans les environs d'*Asti d'Annone* et de *San-Damiano*, etc. Ces couches constituent pour moi l'étage *astien* qui serait la dernière et la plus récente formation marine qui se fût déposée dans le golfe qui occupait l'emplacement où est actuellement la vallée du Pô et celle du Tanaro, couches assez remarquables par leur composition, par leur horizontalité ou presque horizontalité et par les nombreuses coquilles qu'elles contiennent, comme aussi par l'étendue de pays qu'elles occupent et par les conséquences qu'on peut déduire, pour l'histoire physique de la portion de la terre où elles se trouvent, de l'examen de leur nature minéralogique et de la faune qui les accompagne.

Quoiqu'il soit difficile de tracer précisément les limites de cet étage, c'est-à-dire d'indiquer inférieurement le point où finit le plaisantin et où commence l'astien, et de préciser supérieurement où commence l'étage suivant qui doit appartenir au pleistocène, cependant pour la limite inférieure on peut raisonnablement faire passer la ligne de division un peu au-dessus du calcaire à *Pecten dubius* et à *Terebratula ampulla* que nous avons vu en beaucoup d'endroits couronner le tortonien et le plaisantin, et, quant à la limite supérieure, on peut établir la ligne de division au-dessous de certains lits de cailloux roulés et de sables et au-dessous de nombreuses et assez puissantes assises de marnes à coquilles fluviatiles et

terrestres analogues aux vivantes qu'on rencontre, avec des alluvions et des ossements de pachydermes, dans une partie de l'Astésan et vers le Piémont, supérieurement à la masse marine des sables jaunes. Pourtant les marnes bleuâtres, les marnes sableuses grisâtres et les sables jaunes qui se trouvent au-dessus du calcaire à *Pecten dubius* de Castellarcuato et de *Moncalvo* jusque exclusivement aux alluvions, marnes et sables à coquilles d'eau douce, qui se voient, au-dessus des sables jaunes, vers Villafranca, sur la sommité de quelques collines de l'Astésan et sur le plateau du Piémont, constitueraient pour moi l'étage astien.

Ainsi limité, cet étage est, comme je le disais, essentiellement marin et présente dans sa faune sinon une identité au moins un commencement d'analogie avec la faune actuelle, contenant pourtant encore bon nombre d'espèces éteintes, et pour les vivantes renfermant aussi un assez grand nombre d'espèces qui habitent des mers autres que l'Adriatique et la Méditerranée, caractères qui conviennent bien à une faune pliocène. En effet, sur à peu près 464 espèces d'animaux invertébrés fossiles qu'on a déterrés dans les environs d'Asti, il y en a 271 qu'on peut regarder comme éteintes et 193, c'est-à-dire à peu près 42 pour 100, de vivantes répandues dans les mers actuelles. De ces 193 espèces 113 vivent dans la Méditerranée et l'Adriatique, et de celles-ci 46 se laissent voir aussi dans l'océan Atlantique et les mers qui avoisinent l'Europe, 1 dans la mer Rouge, 2 dans la mer des Indes. Quant aux autres 79 espèces, dont on trouve les analogues dans les dépôts d'Asti, elles ne paraissent pas pénétrer dans la Méditerranée, et de celles-ci 16 ont leur habitat dans les mers d'Europe autres que la Méditerranée et l'Adriatique, 3 sur les côtes marocaines, 3 au Sénégal, 12 dans l'océan Américain, 2 aux Antilles, 1 dans la mer Rouge, 22 dans la mer des Indes, 2 à Nicobar, 1 aux Moluques, 4 à la Nouvelle-Hollande, 1 dans l'océan Atlantique austral, 1 dans l'océan Septentrional, 2 dans les mers d'Angleterre, 1 enfin dans la Mer Baltique.

Cette faune, comme on le voit bien, est loin d'être la faune actuelle; cependant elle montre déjà une certaine tendance à s'en approcher et en même temps elle laisse voir qu'à l'époque où vivaient les êtres dont les dépouilles sont enfouies dans l'étage astien, il régnait dans nos parages un état climatérique sous lequel pouvaient prospérer beaucoup des mollusques qui vivent actuellement dans les mers les plus chaudes, tandis qu'on y trouve à peine une ou deux espèces analogues à celles qui haïtent les mers septentrionales. C'est donc une faune de pays chauds et rentrant

pour ainsi dire dans la loi selon laquelle, depuis l'époque éocène, les faunes et les flores, assez d'accord entre elles, semblent prouver que jusqu'aux époques les plus récentes il y a eu successivement dans nos régions une diminution graduelle dans la température tendant à rapprocher peu à peu le climat de ces différentes époques de celui qui règne à présent dans notre Italie et dans les régions plus méridionales de l'Europe qui bordent la Méditerranée, loi qui a beaucoup de preuves en sa faveur, puisque, en remontant des faunes des étages plus récents à celles d'étages plus anciens, on trouve qu'en général celles-ci contiennent successivement et un plus grand nombre d'espèces et un plus grand nombre de formes appartenant aux mers des pays chauds.

D'après le nom que j'ai adopté pour cet étage on voit que c'est particulièrement dans le pays d'Asti qu'il se montre sur une plus grande étendue et avec un plus grand développement ; c'est en effet le long du cours du Tanaro et du Borbore et d'autres petits affluents de cette rivière qu'on peut observer des sections où l'on voit à découvert un grand nombre des couches qui le constituent ; ainsi à Annone, sur la rive gauche de la rivière comme sur le bord droit, on voit à la partie inférieure des collines une couche de marne sableuse grisâtre, dans laquelle sont de nombreuses petites Corbules, *Corbula gibba*?, des Natices, des *Dentalium* et la *Venus rugosa*; au-dessus il y a un banc de sables jaunâtres assez désagrégés, contenant de nombreux et larges Peignes et des Pectoncles, puis vient en dessus un autre banc également de sables jaunes, mais beaucoup plus agrégés et même en quelques points réunis en nodules de différentes formes et d'une assez grande dureté, contenant des Peignes très-nombreux, la *Panopæa Faujasii*, des *Pinna*, etc.; un banc de même nature, mais contenant aussi un grand nombre d'Huîtres presque disposées en bancs, comme au fond de la mer actuelle, se montre à ce niveau en beaucoup de points de la contrée, entre autres dans la vallée de Villafranca allant vers Montafia, où il y a aussi un grand nombre de *Perna*, et dans les collines qui séparent la vallée du Tanaro de celles du Tiglionchio, son affluent, entre Monbercelli et Annone. Au-dessus en suite de ce banc on en voit un autre de marne sableuse jaunâtre et rougeâtre qui appartient très-probablement à un étage plus récent, puisqu'il semble passer à un banc diluvial rougeâtre où bien à l'étage pleistocène avec un grand nombre de cailloux de quartz, qui couronne la plus grande partie des collines de cette région, et près duquel on a retrouvé dans plusieurs points de l'Astésan de nombreux restes de pachydermes. Le banc de

sables plus ou moins agrégés, avec Peignes et Huitres, qui paraît presque être le banc supérieur de l'étage astien se représente aussi avec une assez grande puissance en des points assez éloignés de ceux où nous l'avons considéré dans les environs d'Asti; ainsi, d'un côté, on le voit dans les collines qui sont entre Cambiano et Chieri, vers la *Madonna della Scala*, collines qui, dans leur prolongement occidental vers la fin du vallon de Rovegliasca, vers la *Madonna de Loreto*, laissent voir aussi des bancs de sables grisâtres inférieurs avec coquilles de l'astien, si même il n'y a aussi inférieurement quelques bancs marneux appartenant au plaisantin, comme il y a aussi réellement, remontant un peu ce même vallon, quelques sables un peu serpentineux avec nombreuses Serpules et Huitres qui sont la continuation des sables serravalliens de Pino, le tout étant recouvert à une hauteur assez considérable par des bancs horizontaux de cette espèce de marne jaunâtre sableuse et de sables marneux avec *Pupa*, *Helix*, etc., analogues aux espèces vivantes, qui constituent probablement une partie d'un terrain plus récent que nous examinerons ensuite. De la même manière ce banc supérieur de sables agrégés de l'astien se montre très-développé près de Coscano et de Vill'Alvernia, dans les environs de Tortone; près du bourg, en effet, à Vill'Alvernia, il y a une section très-intéressante qui laisse voir dans le bas, au niveau du *Rile* et de la *Scriveria*, d'abord quelques marnes, puis des sables marneux grisâtres très-riches en coquilles, puis quelques sables jaunes, puis le banc sableux agrégé avec bancs d'Huitres, Peignes, Pernes, etc., qui est recouvert, sur l'espèce de terrasse qui commence au château de ce bourg et qui s'étend bien loin vers les collines bordant le côté droit du cours de la *Scriveria*, par une grande masse de terrains rougeâtres marneux et par des cailloux roulés qui semblent bien former, ou le terrain pleistocène, ou le terrain diluvial de cette région, lequel se continue assez loin même vers l'est, c'est-à-dire vers Volpedo et vers Casteggio, comme il paraît que se continue aussi l'étage astien, qui doit avoir ses représentants dans les sables grisâtres et sables jaunes conchylifères de Volpedo et dans les sables agrégés avec Peignes et Huitres de certaines collines à l'est de Tortone et de celles qui sont près de *Castellaro*, dans les environs de *Figuzzolo*.

Il serait trop long d'indiquer tous les points de l'Italie où l'on pourrait soupçonner et même constater l'existence de l'étage astien. Je me bornerai pourtant à citer les collines extérieures du groupe tertiaire de Castellarcuato dans le Plaisantin, c'est-à-dire ces sables grisâtres marneux, et, de plus, ces sables jaunâtres, tantôt

désagrégés, tantôt réunis en nodules, qu'on voit dans les collines qui bordent le cours inférieur du Chero et surtout de la Chiavenna et de l'Ongina, au nord et au nord-est de Castellarcuato, où l'on trouve un grand nombre des coquilles qui abondent dans l'Astésan et où aussi, comme dans la vallée du Tanaro, on voit la partie supérieure de ces sables passer presque ou être immédiatement inférieure à des couches, tantôt marno-sableuses jaunes rougeâtres, tantôt à des couches caillouteuses, où l'on a trouvé des ossements de pachydermes qui, parfois même, à ce qu'on dit, avaient, dans le Plaisantin, quelques Huitres adhérentes.

Quant au versant méridional ou méditerranéen de l'Apennin, il n'y a pas de doute que l'étage astien n'ait quelques bancs qui le représentent en Toscane, dans les collines sableuses qui sont vers la fin des vallées de l'Era et de l'Evola, par exemple, à la villa Orlandini, où, au milieu de sables jaunes désagrégés, il y a un grand nombre entre autres de *Panopæa Faujasii*, et dans les environs de la fin de ces vallées on voit que les sables jaunes sont surmontés par des couches marno-sableuses, qui doivent appartenir, comme vers la Rolta, au terrain pleistocène, où on a trouvé, à Montopoli, quelques ossements de pachydermes très-probablement appartenant au genre Mastodonte.

En outre, quoique je pense que la plus grande partie des terrains des environs de Sienne appartiennent plutôt au terrain plaisantin et tortonien, cependant je n'oserais affirmer qu'il n'y ait pas, à la partie tout à fait supérieure, quelques bancs qu'on puisse rapporter de préférence à l'étage astien un peu modifié par les circonstances locales, qui semblent indiquer que dans ces parages il y avait, à la fin de l'époque pliocène, une tendance à avoir des oscillations dans le fond de la mer, par lesquelles, tantôt il y avait des parties légèrement submergées et d'autres bien peu émergées et où, par conséquent, on a des dépôts, tantôt absolument marins, tantôt d'estuaires ou mélangés de coquilles marines et de coquilles d'eau saumâtre qui, par le temps, c'est-à-dire dans l'époque qui immédiatement suit l'époque pliocène, devaient devenir de véritables lacs. Ainsi, près de Sienne, à la partie tout à fait supérieure aux sables, il y a un banc à Limnées qui paraît indiquer un véritable dépôt lacustre de l'époque pleistocène, et, non loin de là, entre Celle et Poggibonsi, dans les vallées de l'Elsa et de la Staggia, il y a le fameux dépôt lacustre de travertin et de calcaire à Néritines, Limnées, etc., qui a été d'abord décrit par M. Brongniart et qui repose sur des couches marines, qui paraissent bien pouvoir se rapporter à l'étage astien.

Je pencherais presque aussi à ranger dans cet étage ces bancs remarquables de sables jaunes très-riches en coquilles, qui sont sur la gauche de la Paglia, vis à vis d'Orvieto, là où cette rivière reçoit un gros affluent, l'*Argento*, qui lui apporte les eaux d'une grande partie de la Valdichiana, dont l'autre partie coule vers l'Arno. Ces couches sableuses jaunâtres, et plus encore les marnes et sables grisâtres, sont recouvertes d'un côté de la Paglia, c'est-à-dire sur la rive droite, et à la ville d'Orvieto même, par les bancs puissants de peperino volcanique, qui constitue la plus grande partie du territoire de Bolsene et de Viterbe et qui a été déposé en grande partie dans une grande masse d'eau probablement non salée, après que la mer avait abandonné au moins en grande partie ces parages, c'est-à-dire après le dépôt de l'étage astien; car tout semble indiquer que cette formation de peperino, ou tuf volcanique des environs de Viterbe, appartient à l'époque pleistocène et qu'il appartient à une époque plus récente de l'étage astien.

D'un autre côté, ces sables jaunes astiens du confluent de l'*Argento* et de la Pagla, en remontant la première de ces rivières et en allant vers le territoire d'Arezzo, sont recouverts par des couches encore plus récentes que la partie inférieure du pleistocène, car on voit dans ces couches une grande quantité d'ossements des genres *Equus*, *Bos*, *Cervus*, lesquelles couches palustres recouvrent à leur tour les couches sableuses à *Tetralophodon arvernensis* du val d'Arno supérieur, qui doivent être mises en parallèle avec le pleistocène et qui elles-mêmes recouvrent d'autres couches en parties sableuses, en partie de poudingue à tout petits grains, auxquelles on a donné, dans le val d'Arno supérieur, le nom de *Sansino*, lesquelles couches, surtout pour les Phyllites qu'on y a retrouvées et pour quelques restes de mammifères, paraissent raisonnablement pouvoir être mises en parallèle avec l'étage astien, qui ainsi aurait aussi son représentant dans une partie des dépôts qui successivement venaient combler les différents lacs qui occupaient les vallées longitudinales de l'Apennin, tandis que la mer pliocène battait encore les flancs orientaux et occidentaux de cette chaîne et poussait des golfes entre les anfractuosités de cette chaîne et quelques îlots qui surgissaient au-devant d'elle.

Nous avons dit, au commencement de ce chapitre, que la faune de l'étage astien contient à peu près 42 pour 100 de coquilles analogues à celles qui vivent encore actuellement, en la comparant avec la faune des terrains tertiaires d'une grande partie de la Sicile, ceux de Girgenti, de Castro Giovanni de Syracuse qui a une bien plus grande proportion de coquilles vivantes, puis-

qu'elle arrive à plus de 70 pour 100; on peut en conclure que l'étage astien est un peu plus ancien que les couches tertiaires qui occupent une si grande partie de la Sicile et qui s'élèvent même dans le centre de l'île vers Castro Giovanni à une hauteur considérable; de même, on peut en déduire assez raisonnablement que la mer avait déjà abandonné une très-grande partie de la vallée du Pô, l'emplacement au moins où sont le plateau du Piémont, les collines de l'Astésan, celles du pays de Novi, celles des environs de Plaisance, tandis qu'elle recouvrait encore au moins une grande partie de la Sicile, puisque la plupart des terrains marins qui constituent cette île se sont formés à une époque plus récente, où régnait déjà une faune beaucoup plus rapprochée de l'actuelle que n'est celle dont les restes sont enfouis dans les couches de l'Astésan et que par conséquent la Sicile ne s'est émergée et n'a pris approximativement sa forme actuelle que longtemps après que la haute Italie et même une très-grande partie de la vallée du Pô s'était élevée au-dessus du niveau de la mer.

Étage villafranchien.

Mais si la mer avait abandonné le plateau du Piémont et l'emplacement où sont les collines de l'Astésan, ainsi que celles du pays de Tortone, de Novi et de Plaisance, il n'en est pas de même de certaines masses d'eau douce ou lacs dont on peut reconnaître les dépôts sur le plateau du Piémont, sur plusieurs collines de l'Astésan et vers le pays d'Alexandrie. Ces dépôts appartiendraient à l'époque pleistocène et je serais tenté de nommer l'étage qui correspond à ces dépôts l'*étage villafranchien* du petit bourg de Villafranca, près duquel cette formation, en partie d'eau douce, est assez développée et près duquel on peut étudier les couches qui la constituent dans les escarpements qui bordent le chemin de fer de ce bourg à celui de Saint-Paul situé sur le bord du plateau du Piémont, à la tête de ravins d'érosion, qui descendent dans la vallée de la Traversa, affluent du Tanaro. Cet étage correspond aux *alluvions pliocènes* de M. Gastaldi et c'est dans ces couches qu'on a retrouvé, non loin de Villafranca, de Saint-Paul, de Villanova d'Asti, des squelettes de *Tetralophodon arvernensis*, ainsi que des molaires du *Trilophodon Borsonii* et des mâchoires et molaires de *Loxodon meridionalis* et *antiquus*, comme c'est aussi dans des lambeaux de ces couches, qui passent de la formation marine à la formation d'eau douce pleistocène, et qui, isolément et presque comme des témoins

d'une plus grande étendue et de la continuité de ces dépôts, couvrent les collines de sables grisâtres et de sables jaunes astiens dans plusieurs des contre-forts de l'Astésan, qu'on a déterré en plusieurs endroits, et surtout à Castelnuovo Calcea, à Rocchielta-Tanaro, des molaires du *Tetralophodon arvernensis*, et, à Felizzano, des dents du *Loxodon meridionalis*.

J'ai indiqué ailleurs en peu de mots la suite des couches qui paraissent constituer cet étage villafranchien ; je ne ferai donc que rappeler que dans le bas, près de Villafranca, il paraît commencer par un banc puissant de sables désagrégés, quartzeux, gris et blancs avec de petits lits ocracés jaunâtres, qu'au-dessus il y a un lit de marnes jaunâtres et très-souvent verdâtres, contenant des concrétions calcaires blanchâtres et friables et des petits bancs et nodules aplatis d'un calcaire gris marneux et compacte, que dans ces marnes il y a des Hélix et des Limnées, qu'au-dessus de ces marnes règne un petit lit de sables parfois endurcis et contenant çà et là des plaques d'un poudingue à petit grain, lequel banc est surmonté par des marnes jaunes grisâtres et par des sables fins également jaunâtres, le tout paraissant surmonté par une masse de terrain marno-argileux rougeâtre avec beaucoup de petits cailloux, surtout de quartz, terrain qui est très-répandu sur toute la surface du pays et qui probablement appartient à une époque encore plus récente. Plus loin au nord, vers San Paolo, ainsi que dans la plaine, au-dessus de l'avant-dernier banc, c'est-à-dire au-dessus des marnes jaunes grisâtres et de certains calcaires semi-compactes, qui sont avec ces marnes ou qui leur sont seulement un peu inférieurs, on a des bancs d'une marne argileuse rougeâtre avec des fragments et de petits lits de limonite, qui se trouvent surtout dans une masse de sable qui est immédiatement superposée à cette argile. C'est dans ce banc de sable que M. Gastaldi a déterré, en 1857 ou 1858, un squelette du *Tetralophodon arvernensis* encore mieux conservé que celui qui était déjà au Musée de Turin.

Des coupes presque analogues paraissent se présenter à l'autre extrémité des collines de l'Astésan, c'est-à-dire vers la plaine d'Alexandrie ; ces collines se terminent de ce côté, tant sur l'une que sur l'autre rive du Tanaro, par des ondulations de terrain rougeâtre qui appartiennent très-probablement à l'étage villafranchien ; ainsi à Mazzo, sur la rive droite du Tanaro, où l'on a déterré des restes de proboscidiens, on a, dans le bas, des sables blanchâtres, comme ceux de Villafranca, par-dessus des sables jaunâtres et des parties marneuses, qui parfois, prennent une con-

leur verdâtre, puis des marnes argileuses et par-dessus, à la surface, des bancs de cailloux roulés. De même sur la rive gauche, entre Fubine et Felizzano, on traverse un pays ondulé où règnent, comme on peut le voir dans les ravins qui le traversent, des marnes argileuses ordinairement rougeâtres, mais parfois aussi grisâtres et un peu sableuses, avec des concrétions calcaires et surtout des petits lits de limonite absolument semblables aux argiles du plateau du Piémont, comme nous les avons vues près de Butigliera. Ces marnes et ces sables ressemblent bien au loess, que je n'oserais pas cependant donner comme appartenant au pleistocène, et il paraît qu'il y a des dépôts de ces marnes sableuses contenant des coquilles terrestres vivantes, *Helix* et *Pupa*, sur des points assez élevés des collines mêmes de Turin, où elles forment ces espèces de terrasses ou parties planes de la colline qu'on voit à *Bovegliasco*, *Cavoretto*, et plus près de Turin, à la *villa Genero* et à *Santa Margherita* et même dans les collines au pied de Superga. Ces dépôts en grands bancs horizontaux, parfois même ne laissant pas voir de stratification, sont ordinairement composés de marnes sableuses et de sables jaunâtres avec d'assez nombreuses coquilles terrestres; ils reposent ordinairement sur les tranches des couches inclinées de molasse et en quelques endroits sur des aïnas de gros cailloux; on dirait en beaucoup d'endroits que l'érosion des petites vallées leur est postérieure, comme on dirait aussi qu'ils se trouvent à différents niveaux, et, presque, qu'ils forment des terrasses placées à différents étages.

Cette disposition en terrasse, ou, si l'on aime mieux, en un plan légèrement incliné des hautes collines à la plaine et terminé par quelque petit escarpement, que l'on dirait la berge d'anciennes vallées, qui ont été successivement approfondies, se montre aussi dans le terrain pleistocène, probablement étage villafranchien, du pays de Novi, des collines de Tortone et même d'une partie des collines des environs de Voghere. Au sud et au sud-ouest de Novi, à partir des collines de Gavi entre la Scrivia et l'Olba, comme à partir de celles de Carpineto entre l'Olba et la Bormida, on voit un long plan incliné qui arrive jusqu'à la plaine vers laquelle il est borné par un petit escarpement, quoique le terrain rougeâtre qui en partie le compose ainsi que les cailloux roulés continuent encore largement à se montrer sur cette espèce de plateau qui est entre la Bormida et la Scrivia. Ces deux plans inclinés sont composés, dans le bas particulièrement, par une grande masse de cailloux roulés, qui ne présente pas une stratification bien marquée, et au-dessus se trouve une masse puissante d'argile rougeâtre

avec lits de limonite, qui ressemble parfaitement au loess du plateau du Piémont et à celui des environs de Felizzano et d'Alexandrie. Le plateau incliné aussi qui est sur la droite de la Scrivia est identiquement composé par des cailloux roulés, qui reposent sur les sables marins de l'étage astien, lesquels bancs de cailloux sont recouverts par une puissante assise d'argile et de marne argileuse rougeâtre avec traces de limonite. La Scrivia a non-seulement entaillé ces couches du pleistocène qui pourrait être aussi le terrain diluvial, mais aussi celles du terrain astien à Vill'Alvernia, comme elle a, près de Serravalle, entamé les couches du villafranchien d'abord, et ensuite les couches du tortonien qu'on voit en bancs inclinés supporter la masse de cailloux roulés et le loess des environs de la ville de Novi. Après cette ville, en tirant au nord, le loess et les cailloux roulés continuent à occuper les petites ondulations qui sont entre Novi et Pozzuoto, et même, surtout le banc de cailloux roulés, occupent toute la plaine de la *Frascheta* vers San Giuliano qu'on dirait presque un petit plateau entre le Tanaro et la Scrivia; mais on ne peut pas absolument affirmer que ces dépôts appartiennent tous à l'étage villafranchien, car ils sont à un niveau un peu différent, et l'on dirait presque qu'ils ont été formés lorsque le petit escarpement qui termine les collines existait déjà. Probablement ce loess et ces cailloux se rattachent-ils à un étage encore plus récent, distingué, en plusieurs endroits de la vallée du Pô, par une faune de mammifères qui tend toujours de plus en plus à se rapprocher de la faune actuelle, s'ils ne font même partie d'un terrain encore plus récent, c'est-à-dire du terrain diluvial.

Cette disposition des derniers terrains des collines subapennines, que nous rapportons à l'étage de Villafranca, c'est-à-dire de former des espèces de terrasses un peu inclinées, peut se suivre tout le long du pied de l'Apennin septentrional, où, à l'exception de quelques endroits où des contre-forts, composés de roches d'une division du pliocène un peu plus ancien, viennent aboutir presque abruptement à la plaine et former des espèces de caps, comme par exemple auprès de Broni, partout on voit les collines descendre doucement vers la plaine et former presque avec elle un tout continu, et étant séparées quelquefois seulement par un petit gradin, qui ressemble souvent à la berge d'une vallée ou bien par quelques petites ondulations qui finissent par se confondre avec elle. C'est ainsi que les terrains rougeâtres, argileux ou caillouteux, supérieurs aux bancs astiens et contenant des restes du *Rhinoceros leptorhinus*, Cuv., des collines des environs de Castel-

larcuato dans le Plaisantin et celles de la vallée de l'Ongina, se confondent par de petites ondulations avec les terrains de la plaine qui en paraissent presque la continuation. De même dans les environs de Reggio, vers *Pajanello* et *Scandiano*, ainsi que vers *Sassuolo*, ces terrains rougeâtres, qu'on voit sur les dernières pentes des collines, viennent se confondre avec une masse très-étendue de marne argileuse de même couleur avec limonite et sables et avec des cailloux roulés, qui couvrent une partie de la plaine et dans laquelle les torrents actuels ont excavé parfois assez profondément leurs lits.

Que si nous laissons le versant N. de l'Apennin et que nous portions nos observations sur son versant méridional et particulièrement en certains points de la Toscane, nous pouvons constater beaucoup de faits analogues, car par exemple dans les collines de sables jaunes astiens qu'on trouve entre l'Evola et l'Era, vers la fin de leur cours, succèdent et sont superposées aux sables jaunes de puissantes masses d'argiles marneuses rougeâtres non marines, et appartenant très-probablement à l'étage villafranchien, que l'Arno coupe à l'endroit appelé la Botta, et qui continuent et se développent sur la rive droite de cette même rivière vers les bassins du lac de *Bientina* et de celui de *Fucecchio*, formant, avec des lambeaux peut-être d'un terrain supérieur, une zone de roches désagrégées au pied des montagnes éocènes de la vallée de *Nievole*, près de *Montecatini* et de *Pescia*, et constituant des collines assez élevées, qui forment une espèce de cap, qui se détache de ces montagnes entre *Pescia* et *Lucca* et s'étend de *Monte Carlo* vers l'*Alto Poscio*, où il s'abaisse pour se relever vers les collines appelées les *Cerbaje*, lesquelles séparent le bassin du marais de *Fucecchio* de celui du lac de *Bientina* et de la plaine de *Lucca*. Sur le pourtour de ces bassins je n'ai pu précisément entrevoir de roches rapportables à l'étage astien et autres divisions inférieures de la formation pliocène, mais bien des masses de cailloux roulés, de sables et d'argiles rougeâtres ou grisâtres qui, en les regardant comme la continuation probable des argiles de la Rotta et de *Montopoli*, où l'on a trouvé les restes d'un *Mastodonte*, justifient le rapprochement que j'en fais avec le terrain pleistocène et particulièrement avec l'étage villafranchien. C'est ainsi qu'entre *Pescia* et *Borgo à Boggiano* les collines de terrain pleistocène qui sont au pied des montagnes de *macigno* sont formées, dans le bas, par une masse considérable de marnes sableuses bleuâtres qui paraissent composées de très-minces fragments du *macigno* des montagnes des environs; par-dessus, il y a un banc également horizontal et assez

puissant de marnes argileuses jaunâtres, puis un banc de cailloux roulés de différentes grosseurs, puis enfin une masse puissante de marne argileuse rougeâtre, avec traces de limonite. Ces mêmes couches, avec un ordre un peu moins constant et avec quelques variantes, se montrent aussi dans les hautes collines de Monte Carlo qui, quoiqu'un peu plus élevées, paraissent devoir avoir formé une zone continue avec les collines de Pescia et de Borgo à Boggiano, interrompue postérieurement par l'érosion causée par les nombreux cours d'eau qui descendent des montagnes des environs de Pescia et de Collodi; car je n'ai pu observer que ces dépôts pleistocènes pénètrent en aucune manière dans ces vallées lorsqu'elles s'internent dans les montagnes de macigno, ce qui indique que l'ouverture de ces vallées est probablement postérieure aux dépôts pleistocènes qui, originairement, devaient former un tout continu paraissant s'être formé au fond d'un lac. En général, les matériaux qui les composent proviennent des montagnes immédiates, car aux environs de Pescia et aux pieds des montagnes de macigno, ce sont des cailloux principalement de cette roche qu'on trouve dans ces collines, tandis que vers Monte Carlo, qui s'approche plus des *Monti Pisani*, on trouve mélangés avec le macigno des cailloux du verrucano et du calcaire qui prennent ensuite le dessus dans les détritits des collines, plus vers le pied des montagnes de Buti et de Calci, comme dans les Cerbaje il y a quelques traces de cailloux provenant de roches pliocènes, qui probablement ont été charriés dans le lac par quelques cours d'eau venant des collines tertiaires des vallées de l'Eva ou de l'Evola, après que ces collines furent émergées de la mer. Les collines de Monte Carlo, qui sont des plus remarquables par leur hauteur parmi celles de la vallée di Nievole et du bassin de Bientina, présentent à la vérité des alternatives un peu irrégulières de bancs de cailloux roulés, d'argiles rougeâtres, d'argiles bigarrées de blanc et de couleur de rouille et de sables jaunes; mais, quoiqu'il y ait du désordre dans leur disposition, on ne peut cependant guère se refuser à voir dans leur ensemble un dépôt lacustre. Ce dépôt est tout à fait semblable à certains dépôts caillouteux qu'on voit dans la vallée de la Magra supérieure, au-dessus des bancs de marne et d'argile avec Hélices et Paludines, qui est sûrement lacustre, et qui lui aussi est pleistocène et appartient probablement à l'étage villafranchien, dépôt qui constitue entre autres plusieurs des petites collines qui avoisinent Pontremoli. Ces dépôts rappellent aussi les bancs du val d'Arno supérieur, qui se trouvent au-dessus du *Sansino*, que nous avons

hasardé de mettre en parallèle de l'étage astien. Or ces bancs, principalement composés de sables marneux jaunes, de cailloux roulés et de gravier de sables jaunes avec lignites, contiennent un grand nombre d'ossements qui sont identiques avec la plupart de ceux qu'on a retrouvés dans les pays de Plaisance, d'Asti et du Piémont dans les couches que nous avons dit appartenir à l'étage villafranchien. En effet, dans ces bancs supérieurs au *Sansino*, on a trouvé dans le val d'Arno, d'après M. le marquis Strozzi, le *Rhinoceros leptorhinus*, Cuvier, le *Rhinoceros hemitechus*, Falc., le *Loxodon meridionalis*, Nesti, le *Trilophodon Bursonii*, Hays, et le *Tetralophodon arvernensis*, Croizet, ossements que nous avons indiqués comme très-fréquents dans l'étage villafranchien du plateau du Piémont et de l'Astésan, ce qui justifie pleinement le rapprochement que nous faisons de ces bancs supérieurs au *Sansino* avec ceux qui, dans les environs de *Villafranca d'Asti*, sont supérieurs aux sables marins de l'étage astien.

Quoiqu'il soit difficile d'établir un rapprochement exact entre deux dépôts, l'un lacustre, l'autre marin, parce qu'il est difficile de démontrer absolument l'identité de leur faune, cependant, je hasarderai de proposer, comme je l'ai fait pressentir, le rapprochement des dépôts lacustres de l'étage nouveau pliocène des environs de *Villafranca* avec ceux marins du centre de la Sicile, c'est-à-dire ceux de *Castro-Giovanni*, de *Girgenti* et de *Syracuse*. Nous avons vu que ces dépôts de la Sicile contiennent plus de 70 pour 100 de coquilles actuellement vivantes, et que pourtant ils se formaient à une époque plus récente que les dépôts de l'étage astien, qui n'en contiennent que 42 pour 100. Nous avons vu aussi que l'étage de *Villafranca*, immédiatement supérieur à l'astien, contenait, outre la faune mammifère, un certain nombre de coquilles terrestres et d'eau douce analogues aux coquilles vivantes; il est donc assez raisonnable de penser que l'époque dans laquelle se déposaient les formations siciliennes et celle dans laquelle la plus grande partie de la haute Italie et de la Toscane était émergée de la mer et recouverte de lacs, et dans laquelle se déposaient dans ces lacs les couches à *Tetralophodon arvernensis*, ne sont pas deux époques bien éloignées l'une de l'autre, et que pourtant le rapprochement que j'ai fait peut avoir quelque probabilité.

Je proposerais aussi, quoique avec une certaine hésitation, un autre rapprochement entre l'étage villafranchien et les dépôts de tuf et de peperino volcaniques, qui se déposaient au sein des caux et au-dessus des sables jaunes et cailloux rapportables à

l'astien dans le pays de Viterbe et dans la campagne de Rome, dépôts qu'on sait superposés et liés avec des bancs de cailloux roulés et sables contenant des ossements de mammifères, et produits par de nombreuses bouches volcaniques, d'abord submergées et puis sub-aériennes, qui ont recouvert de laves et de matières ponceuses et amphigéniques, étendues en lits au fond probablement d'un lac, toute la région qui s'étend entre le cours de la Fiora, celui de la Paglia et celui du Tibre jusqu'à Rome. Il est certain que ces dépôts et les éruptions qui les ont produits sont postérieurs aux sables jaunes marins du pays d'Orvieto rapportables à l'astien. On sait que le banc de cailloux roulés qui leur est immédiatement inférieur et qui se lie avec ces dépôts volcaniques contient des ossements de mammifères; on sait que près de Viterbe le tuf volcanique en contient aussi; il est donc très-probable que ces dépôts se sont formés pendant que dans la vallée du Pô, dans celle de l'Arno et dans le bassin de la vallée de Nievole, se déposaient au sein des lacs les couches à coquilles terrestres et lacustres et avec ossements de *Tetralophodon arvernensis* et autres proboscidiens que nous avons trouvés dans les bancs lacustres que nous avons rapportés à l'étage villafranchien, et cela est d'autant plus probable que, lorsque est survenue une faune nouvelle beaucoup plus rapprochée de l'actuelle que nous aurons occasion d'examiner ci-après, soit sur une partie du plateau du Piémont, soit dans la vallée du Pô, soit dans le pays d'Arezzo, ces dépôts de tuf et de peperino étaient déjà ravinés, et les vallées du Tibre et de plusieurs de ses affluents excavées, puisque c'est seulement dans les dépôts formés au fond de ces vallées ou bien dans quelques petits lambeaux de terrain recouvrant les peperino et les tufs qu'on trouve les ossements d'animaux appartenant à cette dernière faune plus récente, mêlés, comme l'a très-bien fait observer le professeur Ponzi, avec des ossements roulés appartenant à la faune précédente, celle des cailloux roulés supérieurs à l'astien et des peperino, d'où ils ont été détachés ensemble avec des roches volcaniques. Et pourtant les bancs de peperino et de tuf volcanique du pays de Piligliano, Viterbe et de la campagne de Rome, sont postérieurs à l'étage astien et antérieurs à l'époque de la faune du pays d'Arezzo dont nous allons nous occuper, et appartiennent avec beaucoup de vraisemblance à l'étage villafranchien, comme je l'avais déjà presque indiqué en parlant des couches de l'étage astien que je disais être inférieures à ces peperino et par conséquent antérieures à l'époque dans laquelle l'action volcanique avait com-

mencé à se manifester en Toscane, dans le Viterbois et dans la campagne de Rome.

Étage arénéen.

M'étant proposé de donner de préférence aux subdivisions des terrains tertiaires ou étages que je veux établir des noms tirés de pays situés dans les versants de l'Apennin septentrional, où ces étages se montrent avec un certain développement, j'appellerai étage *arénéen*, du bourg d'Arena sur le Pô, non loin de Stradella, cette subdivision du terrain post-pliocène dont je vais m'occuper, quoique j'eusse pu prendre pour son type un ensemble de couches avec une faune de cette époque plus nombreuse qu'on trouve dans les environs d'Arezzo et qui couronne ou surmonte les couches pleistocènes qui s'étendent non loin de là. Cet étage, tel qu'il est caractérisé dans les environs du bourg d'Arena, se compose de couches de cailloux roulés, de graviers, de sables et de marnes argileuses ou sableuses, qui constituent des petits monticules ou ondulations de terrain que le chemin de fer a coupés, entre Stradella et Castel S. Giovanni, et dans l'érosion desquels le Pô a détaché des ossements et particulièrement des têtes de *Cervus euryceros* et de *Bos urus*. Ces collines de bien peu d'élévation s'étendent, soit au pied des collines pliocènes, soit au pied même de certains terrains rapportables à l'étage villafranchien, qu'ailleurs, comme sur le plateau du Piémont où l'on a déterré, entre Carignano et Moncalieri, des dents de l'*Elephas primigenius*, les couches de cet étage arénéen recouvrent quelque peu, à moins qu'elles ne soient placées à côté, dans quelque espèce de bas-fond, où ces derniers dépôts, qui sont des dépôts palustres, se sont plus récemment formés. C'est dans ces dépôts de l'étage arénéen composés d'argile, de marne, de calcaire grossier, constituant le véritable fond d'un marais, qu'au milieu des restes de ruminants, de solipèdes, de rongeurs, on a trouvé, près de Ferrere d'Asti, d'après l'excellent ouvrage de M. Gastaldi, la tête d'un *Arctomys*, semblable à celui des Alpes.

Des ossements que je crois semblables, quoique je ne puisse pas l'assurer, parce que je ne les ai pas vus, des ossements, c'est-à-dire de ruminants et de solipèdes, ont été trouvés aussi non loin de Casteggio, sur la pente extrême des collines où, au-dessus de bancs appartenant à l'époque pliocène, on a une coupe où se présentent cinq alternances au moins de bancs un peu irréguliers

de poudingue ou gravier et de sables surmontés par une masse de marne ou argile rougeâtre. Ces ossements ont été déposés au Musée de Pavie, et ayant prié dernièrement le professeur Balsamo-Crivelli de me donner quelques renseignements sur eux, il a eu la bonté de me faire savoir que les ossements recueillis dans la coupe dont je viens de parler, que l'on nomme la colline de la *California*, appartenaient, les uns à des fragments de défenses d'un jeune Éléphant, les autres étaient l'humérus droit avec son condyle du *Bos priscus*, Boj., laquelle détermination vient tout à fait à l'appui de l'opinion que j'ai émise, que ces alternances de graviers et de sables, reposant sur des couches de sables agrégés un peu inclinées et contenant des coquilles marines qui doivent appartenir à l'époque pliocène, sont bien partie de l'étage arénéen, qu'on voit s'étendre assez dans ces environs de Casteggio. Mais ce qu'il y a de plus intéressant dans la communication qui m'a été faite par M. le professeur Balsamo-Crivelli, c'est la rencontre qu'on a faite tout près de ce même bourg, dans l'excavation de la route de Casteggio à Montalto, de plusieurs ossements appartenant au genre Rhinocéros. Ces ossements consistent en l'occiput, les os frontaux et plusieurs dents, et M. le professeur Crivelli croit qu'ils appartiennent au *Rhinoceros incisivus*, Cuv., non Kaup. Ces ossements auraient été déterrés dans une argile verdâtre avec quelques grains de serpentine contenue entre des graviers et des sables, ce qui semblerait presque indiquer qu'ils n'étaient pas dans un terrain tout à fait identique avec celui où l'on a trouvé le *Bos priscus* et les restes du jeune Éléphant, car ces derniers ossements ont été trouvés dans un banc de gravier où il y a bien quelques cailloux serpentineux, mais où ce sont les cailloux calcaires et psammitiques qui prédominent. Mais si les restes du *Rhinoceros incisivus*, Cuv., peuvent peut-être ne pas se rapporter à l'étage arénéen, je crois qu'il est très-probable au contraire qu'on doit reconnaître, comme appartenant à cet étage une dent de l'*Ursus spelæus* que le même professeur Crivelli a eu le bonheur de déterrer au moment où l'on creusait une cave dans ce même bourg de Casteggio, ainsi que peut-être une singulière vertèbre trouvée dans les graviers du Pô et que ce même professeur croit appartenir à un reptile, que, dans une notice par lui publiée sur la province de Pavie, il a nommé *Eridanosaurus Brambillæ*. C'est dans cette notice publiée très-récemment, que j'ai pu recueillir les connaissances qui me manquaient absolument sur les fossiles de Casteggio, fossiles dont plusieurs paraissent bien appartenir à une époque un peu plus récente que celle de l'étage

à *Tetralophodon arvernensis* du plateau du Piémont, et qui ont aussi été trouvés non-seulement entre Pontalbera et Borgo-d'Arena, d'où j'ai tiré le nom d'étage arénéen, mais aussi en plusieurs points de l'Astésan, où ils sont réunis avec différentes espèces de *Cervus* et de *Bos* et même avec un *Equus*.

Il paraît aussi qu'une faune, presque analogue à celle que nous venons d'indiquer, a été trouvée sur le versant méridional de l'Apennin, dans la vallée de la Magra supérieure, à Olivola, où l'on voit des couches assez puissantes contenant de nombreux ossements de ruminants, etc., recouvrir les marnes verdâtres avec coquilles lacustres qui occupent une grande partie de cette vallée et dont j'ai cru pouvoir rapporter les couches supérieures à l'étage villafranchien; pourtant on peut croire avec une certaine probabilité que l'étage arénéen est représenté en quelques endroits de cette vallée de la Magra supérieure.

Mais le point où certainement il est assez développé et où il présente une faune assez nombreuse qui contient plusieurs des espèces du Borgo d'Arena, c'est le voisinage de la ville d'Arezzo et de la vallée di Chiana. Ici, au-dessous des alluvions récentes dont est formée la surface, on trouve une suite de dépôts d'eau douce avec beaucoup de tourbe, dans lesquels, selon M. le professeur Savi, on a rencontré le *Bos primigenius*, Boj., *B. priscus*, Schl., *Cervus euryceros*, Ald., *Elephas primigenius*, Blum., *E. africanus*, L., *E. armenianus*, Falc., *Rhinoceros megarhinus*, Christ., *Equus gigas*, Giul. Ces espèces se voient aussi, comme nous l'avons observé, en partie dans l'Astésan, en partie à *Borgo-d'Arena*, le long du Pô, dans des couches qui reposent, comme dans la vallée di Chiana, médiatement ou immédiatement sur des dépôts pliocènes marins, ce qui justifie le parallélisme que je viens d'établir entre ces dépôts du pays d'Arezzo et l'étage arénéen que j'ai indiqué dans la vallée du Pô.

J'aurais désiré pouvoir indiquer avec précision la couche qui dans le bassin du val d'Arno supérieur, si proche du pays d'Arezzo, correspond avec la partie supérieure des terrains de ce dernier pays où ont été trouvés les restes de ruminants et de solipèdes, etc., qui caractérisent l'étage arénéen; mais cela m'est impossible, puisque, si je consulte le tableau présenté par M. le marquis Strozzi des couches du val d'Arno, je trouve que le banc, où il y aurait une faune plus analogue, sinon identique, à la faune d'Arezzo ou de Borgo d'Arena, serait le banc E de sables marneux jaunes inférieurs au Sansino, que nous avons cru pouvoir mettre, suivant l'ordre de la stratification, en parallèle avec l'étage

astien, ou tout au plus avec le villafranchien. Or, c'est dans ce banc de sables marneux jaunes que selon M. Strozzi se trouvent les restes de *Bos*, *Equus*, *Cervus*, *Sus*, *Tapirus*, *Ursus*, *Felis*, *Hyæna*, qui indiquent une faune récente et analogue à celle de l'étage arénéen ou du pays d'Arezzo, tandis que le *Tetralophodon arvernensis* et le *Trilophodon Borsonii*, qui appartiennent à une faune un peu plus ancienne, se trouveraient dans des couches supérieures au Sansino, qui les séparerait inférieurement des couches à restes de ruminants et de solipèdes. Cela me fait soupçonner, ou que cette faune comparativement récente occupe, dans les sables marneux jaunes crus inférieurs au Sansino, quelque fente où les restes des animaux sont venus à tomber postérieurement, ou bien que les sables marneux jaunes indiqués comme inférieurs au Sansino ne le sont qu'en apparence et qu'ils occupent bien un niveau inférieur, mais parce qu'ils sont seulement juxtaposés au Sansino, et ont été déposés dans la vallée après l'érosion non-seulement du Sansino, mais des couches qui lui sont supérieures. Ces sables marneux jaunes seraient justement, par rapport à leur position au Sansino, comme les graviers de la vallée du Tibre à ossements d'une faune récente et contenant des cailloux roulés, volcaniques, se trouvent par rapport au peperino et aux graviers anciens avec restes de proboscidiens, c'est-à-dire dans les vallées produites par l'érosion des couches plus anciennes.

Si la chose était réellement ainsi, l'anomalie qui semblerait se présenter dans la succession des faunes du val d'Arno supérieur disparaîtrait, et cette faune de ruminants du val d'Arno serait bien dans la même position géologique par rapport à son âge que celle du pays d'Arezzo et de la vallée du Pô, c'est-à-dire qu'elle appartiendrait bien à l'étage arénéen, auquel on pourrait aussi rapporter les bancs de la vallée du Tibre placés à côté des escarpements du peperino et contenant des restes d'une faune récente analogue à celle d'Arezzo, des cailloux roulés en partie de roches volcaniques et des ossements plus roulés et détachés des bancs de peperino ou des conglomérats qui lui sont inférieurs et que nous avons vu pouvoir se rapporter à l'étage villafranchien, ou à la partie tout à fait supérieure de l'astien.

Si, après avoir examiné la faune des couches palustres et caillouteuses et tourbeuses, soit du plateau du Piémont et de la vallée du Pô, ainsi que du pays d'Arezzo, que nous avons rapportée à l'étage arénéen, on la compare avec la faune des nombreuses cavernes à ossements et brèches osseuses répandues en beaucoup d'endroits de l'Italie, on trouvera qu'il y a entre elles une très-

grande analogie, et pourtant on pourra en conclure qu'à l'époque où se formait l'étage arénéen et pendant laquelle vivaient les animaux que nous y avons rencontrés, des ossements d'animaux analogues étaient charriés, soit dans les cavernes, soit dans les fentes des rochers pour y former les brèches osseuses, et que pourtant le remplissage de ces cavernes est synchrone ou de bien peu postérieur au dépôt de l'étage arénéen.

Je voudrais également pouvoir établir le synchronisme avec cet étage de certaines couches relativement récentes, qu'on voit en certains endroits, soit de la Sicile, soit des plages de la Méditerranée, entre Civita-Vecchia et l'embouchure de la Fiora ; mais ce rapprochement est assez problématique, parce qu'ici les restes organiques qu'on y rencontre n'appartiennent qu'à la faune mollusque marine qu'il est impossible de comparer avec la faune mammifère ; cependant si on réfléchit que les coquilles qu'on rencontre soit dans les couches de la base de l'Etna, soit dans les couches du pont de l'Arone, près de Corneto, sont presque absolument identiques avec celles qui vivent actuellement près des mêmes côtes de la Méditerranée, que ces couches contiennent (celles du pont de l'Arone) des cailloux roulés de roches volcaniques du haut pays de Viterbe et de la campagne de Rome, comme les graviers de la vallée du Tibre à ossements de la faune d'Arezzo, que d'ailleurs ces bancs sont placés aux pieds d'espèces de falaises ou escarpements de peperino ou de conglomérat tertiaire auxquels ils sont postérieurs, il y aura quelque probabilité pour croire que ces couches de l'Arone et de la base de l'Etna se sont déposées et ont été ensuite soulevées, pendant que sur la terre ferme vivaient les animaux dont nous avons observé les restes dans les couches du pays d'Arezzo et dans celles des environs du Borgo-d'Arena, c'est-à-dire dans l'étage arénéen ; et pourtant on pourra croire qu'elles appartiennent à la même époque.

Il serait peut-être opportun de discuter ici la question si l'homme a été réellement contemporain et a habité l'Italie avec les animaux qui composent la faune de l'étage arénéen, et particulièrement avec l'*Elephas primigenius*, l'*Ursus spelæus*, le *Felis spelæus*, etc., dont on trouve des restes bien fréquents dans quelques dépôts stratifiés et plus encore dans les cavernes et les brèches osseuses. Mais quoique, d'un côté, il n'y ait pas de doute que des produits de l'industrie humaine, surtout de l'époque de pierre, se trouvent, assez souvent, mêlés dans les brèches osseuses et les cavernes de beaucoup de localités de l'Italie avec les ossements des espèces éteintes, de l'autre il n'est pas bien constaté qu'on ait

trouvé dans cette région des restes humains dans les couches stratifiées et non remaniées de l'époque de la faune d'Arezzo, si ce n'est dans quelques bancs marins soulevés de la Sardaigne qui pouvaient être plus récents. Pourtant la question est bien compliquée, et il est si difficile de discuter toutes les circonstances locales qui peuvent ôter ou faire naître le doute que ces témoins de l'existence de l'homme soient venus après coup se mêler aux restes des animaux éteints, que je crois devoir mettre de côté cette question, d'autant plus que son examen allongerait de beaucoup cette trop longue note, et je me contenterai, avant de terminer, de parler brièvement des dépôts de l'époque glaciaire ou erratique, qui sont les derniers qui ont apporté des changements notables dans la disposition de nos contrées et surtout des régions qui s'étendent du pied des Alpes à la rive gauche du Pô.

Je penserais presque que quant à cet horizon plus récent, c'est-à-dire à celui de l'époque glaciaire, on pourrait distinguer trois différentes espèces de dépôts : un dépôt de petits cailloux et d'argiles ou marnes, qui serait le *diluvium*, un dépôt de gros blocs et cailloux, qui serait le véritable dépôt *erratique*, et un dépôt encore plus superficiel et d'une grande étendue composé en la plus grande partie d'une argile rougeâtre très-tenace et quelquefois un peu sableuse, lequel serait le *loess* ou le *lehm*. Malgré cependant la différente nature de ces dépôts et des terrains qui les composent, je ne crois pas qu'on ait des raisons suffisantes pour pouvoir les séparer et penser qu'ils appartiennent à des époques éloignées entre elles. Probablement ces différents dépôts dépendent de différentes phases d'un même phénomène, de la plus ou moins grande distance de l'endroit où on les observe, du point où se montraient les grands glaciers, qui, soit par leur progression dans les grandes vallées des Alpes, soit par leur maximum d'étendue au débouché de ces mêmes vallées, soit par leur marche rétrograde vers l'état actuel, ont donné lieu d'abord à de forts torrents boueux et caillouteux, qui ont répandu leurs dépôts sur de très-grandes surfaces et constitué le terrain appelé *diluvium*, puis par leur avancement ont amoncelé à leurs extrémités vers les plaines ces grandes masses de blocs et de cailloux qui forment le terrain *erratique* et qui constituaient leur moraine terminale, puis enfin lorsqu'ils commencèrent à rétrograder donnèrent lieu de nouveau, par la fonte des glaces, à de forts torrents qui ravinèrent les dépôts précédents et en emportèrent les parties les plus ténues à de très-grandes distances, répandant les produits de ces érosions soit sur les moraines terminales qu'ils déchirèrent, les étendant pour

cela sur les dépôts erratiques, soit sur le *diluvium* qui, passant dessous les moraines, s'étendait plus au loin que les masses des grands blocs, et formant ces grands dépôts d'argile jaune rougeâtre si répandus sur les collines et dans la vallée du Pô, auxquels nous croyons pouvoir donner le nom de *loess* ou de *lehm* à cause de leur analogie de composition avec des dépôts très-répandus dans la vallée du Rhin, auxquels on donne en Allemagne ces noms de *loess* ou de *lehm*. De cette manière les trois dépôts dont nous venons de parler correspondraient au commencement, au maximum et à la fin de l'époque glaciaire, époque qui survenue après la fonte de l'étage arénéen a donné lieu pendant sa durée à la formation de ces terrains plus superficiels, qui sont les plus récents et qui ont complété la physionomie qu'ont actuellement les régions qui bordent surtout le côté gauche de la vallée du Pô.

Ces idées sur la presque contemporanéité des trois dépôts dont nous venons de parler, ou pour mieux dire l'opinion que ces dépôts sont la conséquence de différentes phases d'un même phénomène qui s'est montré dans nos contrées à l'époque où les glaciers des Alpes ont pris d'abord un grand développement et puis ont suivi une marche rétrograde pour arriver à leur état actuel, cette opinion, dis-je, est partagée par les géologues du Piémont qui ont le plus étudié ces dépôts, M. Gastaldi, par exemple, qui, dans son mémoire *sur les éléments qui composent les conglomérats miocènes du Piémont*, a parlé aussi des masses de blocs et de cailloux si remarquables aux débouchés des grandes vallées des Alpes et a rattaché à ces masses d'abord le terrain de *diluvium* qui leur est inférieur, et ensuite le terrain du *lehm*, qui près des débouchés des Alpes recouvre les moraines et plus loin recouvre immédiatement le *diluvium* se confondant presque avec lui. Cette disposition, du reste, du *diluvium* et du *loess* fait qu'on ne peut guère indiquer avec précision leurs limites et leur position géographique. Il est certain cependant que le *lehm* recouvre une bonne partie du plateau du Piémont et qu'il occupe même un niveau assez élevé formant des espèces de terrasses sur une partie de la colline de Turin, où il acquiert même une assez grande puissance, comme à Rovegliasca, à Cavour et même près de Chieri, car les argiles rougeâtres, que j'ai indiquées dans ces localités comme pouvant appartenir à une époque un peu plus ancienne, doivent plus probablement être rapportées à cette dernière phase de l'époque glaciaire qui a eu probablement une assez longue durée et pendant laquelle peut s'être effectuée l'érosion d'une grande portion des vallées qui sillonnent les collines et le plateau du pied des Alpes. Je ne m'arrêterai pas à indiquer, après ce

que je viens de dire, les localités où se trouvent le *diluvium*, l'*erratique* et le *lehm*, parce que ce serait une trop longue digression, le but de cette note ayant été principalement d'indiquer les subdivisions qu'on pouvait établir dans les terrains tertiaires et non pas dans les quaternaires ou les plus récents, mais j'ai voulu dire un mot même de ces derniers pour indiquer qu'il y a pour ainsi dire un passage entre les différentes époques de la période tertiaire et le commencement de l'époque quaternaire. Il conviendrait même pour achever le tableau des terrains plus récents de l'Italie, particulièrement de la vallée du Pô, de décrire aussi les alluvions et les formations plus récentes, comme serait la formation de la tourbe, comme seraient certains dépôts pré-historiques, lesquels décèlent la présence de l'homme ; mais cela nous conduirait trop loin. Je mets donc fin à cette longue note en disant que quoique il y ait un passage entre les différentes périodes tertiaires, cependant on peut encore établir quelques subdivisions assez marquées dans ces terrains, subdivisions qui correspondent à quelque modification dans l'état physique de nos contrées ainsi qu'à quelque changement successif dans la faune de ces mêmes pays, faune qui a fourni ses éléments aux différents étages de terrains que nous avons examinés.

